Série C
N° de série : 14
N° d'ordre : 27

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE RENNES

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

Marie-Louise PRIOU

PREMIÈRE THÈSE. - Recherches sur la structure et la composition des membranes de quelques Rhodophycées.

DEUXIÈME THÈSE. - Etude expérimentale et écologique des fluctuations de la teneur en eau chez quelques Fucacées.

Soutenues le 12 Juin 1962 devant la commission d'examen.

MM. S. VILLERET . . . . *Président.*
H. des ABBAYES . .
G. CLAUSTRES . . . } *Examinateurs.*

RENNES
IMPRIMERIE BRETONNE
1963

Série C
N° de série : 14
N° d'ordre : 27

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE RENNES

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

Marie-Louise PRIOU

PREMIÈRE THÈSE. - Recherches sur la structure et la composition des membranes de quelques Rhodophycées.

DEUXIÈME THÈSE. - Etude expérimentale et écologique des fluctuations de la teneur en eau chez quelques Fucacées.

Soutenues le 12 Juin 1962 devant la commission d'examen.

MM. S. VILLERET . . . . *Président.*
H. des ABBAYES . . } *Examinateurs.*
G. CLAUSTRES . . . }

RENNES
IMPRIMERIE BRETONNE
1963

FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE RENNES

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Doyen
M. MARTIN

Assesseurs
MM. VILLERET, MAILLET

Doyens honoraires
MM. BOUZAT, MILON, TREHIN, SCHMITT, LE MOAL

Professeurs honoraires
MM. BOUZAT, CONDUCHE, ANTOINE, FREYMANN, ROHMER, TRÉHIN

Maître de conférences honoraire
M. MENEZ

Professeurs titulaires

Sciences mathématiques

Mlle CHARPENTIER Marie.
MM. GLAESER Georges.
GUÉRINDON Jean.
Mlle LIBERMANN Paulette.
M. MARTIN Yves.

Sciences physiques

MM. LE BOT Jean.
LE MONTAGNER Serge.
MEVEL Jean-Yves.
MONOD-HERZEN Gabriel.
MM. VACHER Michel.
VIGNERON Léopold.
ROBIN Stéphane.

Sciences chimiques

MM. CARRIE Robert
(Chargé d'enseignement).
LEVAS Emile.
PELTIER Daniel.
MM. PRIGENT Jacques.
SALMON-LEGAGNEUR François.
VALLET Pierre.
VENÉ Jean.

Sciences biologiques

MM. MAILLET Pierre.
POISSON Raymond.
RICHARD Gaston.
MM. HAGÈNE Philippe.
NICOLLON DES ABBAYES Henry.
VILLERET Serge.

Sciences de la Terre

M. MILON Yves, Mlle RENAUD

Maîtres de conférences

Sciences mathématiques

MM. BENZECRI Jean-Paul.
BOCLE Jean.
Mme BENZECRI, née LEROY
(Chargé d'enseignement).
Mlle DELAVAULT Huguette.
MM. MÉTIVIER Michel
(Chargé d'enseignement).
RIGUET Jacques.
QUERRÉ Julien
(Chargé d'enseignement).

Sciences physiques

MM. GALATRY Louis.
MEINNEL Jean.
Mme ODIOT Simone.
Mme ROBIN, née SALOMOND.
M. JOHANNIN Pierre.
Mme JOHANNIN Andrée.

Sciences chimiques

MM. GUÉRILLOT Claude, LANG Jean, FOUCAUD André

Sciences biologiques

MM. ALLEGRET Paul.
BOISTEL Jacques.
RAZET Pierre.
M. CLAUSTRES Georges.
Mlle GOAS Marie.

Sciences de la Terre

Mlle DURAND Suzanne, M. PHILIPPOT André

Secrétaire principal de la Faculté
M. BOURDIGUEL Robert

ETUDE EXPÉRIMENTALE ET ÉCOLOGIQUE DES FLUCTATIONS DE LA TENEUR EN EAU CHEZ QUELQUES FUCACÉES

par MARIE-LOUISE PRIOU

PAGES

I. — *INTRODUCTION.* 4

L'exondation périodique provoque la perte d'eau chez les Fucacées des niveaux supérieurs.

II. — *HISTORIQUE* 5

III. — *CONDITIONS D'HABITAT DES FUCACÉES SUR LES COTES DE LA MANCHE* (*Baie de Saint-Malo*) 9

1. — MARÉES.
2. — ZONATION.
3. — FUCACÉES ÉTUDIÉES EN VUE DE LA DESSICCATION.

A) Emplacement.
B) Conditions locales.
C) Conditions climatiques.

IV. — *TENEUR EN EAU DANS LES CONDITIONS NATURELLES* 29

1. — TENEUR EN EAU A SATURATION DES DIFFÉRENTES ESPÈCES.

A) Suivant la saison.
B) Suivant les différentes parties de l'algue.

PAGES

2. — Teneur en eau des différentes espèces après exondation naturelle.

A) Maximum d'eau perdue par émersion pendant l'été 1959.

B) Différence entre l'eau perdue par exondation par une espèce isolée sur le rocher et la même espèce protégée par le manteau algal.

V. — *ETUDE EXPÉRIMENTALE DES FLUCTUATIONS DE LA TENEUR EN EAU* 38

1. — Perte d'eau.

A) Atmosphère à humidité relative variable et à température constante.

B) Atmosphère à humidité relative fixe et à température variable.

C) Atmosphère à intensité de vent variable et à température constante.

2. — Rapidité de réhydratation.

A) En eau de mer.

B) En eau douce.

VI. — *ETUDE MICROSCOPIQUE DES DIFFÉRENTES FUCACÉS AYANT PERDU LEUR EAU PAR EXONDATION* .. 103

VII. — *CONCLUSIONS* 108

I. — INTRODUCTION.

L'objet de ce travail est d'étudier expérimentalement les fluctuations de la teneur en eau de quelques Fucacées, de la baie de Saint-Malo, soumises à une exondation périodique du fait de l'amplitude particulièrement grande des marées en cette région, et de voir la relation qui peut exister entre la résistance de ces mêmes Fucacées à la dessiccation et leur écologie.

Le plan suivi est exposé en tête de ce mémoire.

II. — *HISTORIQUE.*

Depuis la publication, en 1856, du travail de J. Agardh sur la croissance des algues en zones, plusieurs biologistes, intéressés par la question, en avaient rendu responsables de nombreux facteurs, mais aucun d'entre eux n'avait mis l'accent sur l'influence primordiale de la dessiccation.

Le premier qui mesure l'importance de ce facteur et sa relation avec la croissance des algues en zones horizontales est G. Berthold (1882). Il distingue, en effet, cinq zones algales basées sur la hauteur de la période d'émersion : la première zone est au-dessus du niveau de la haute mer, les deuxième, troisième et quatrième divisent la côte en trois parties égales entre le niveau de la haute mer et le niveau de la marée basse, la cinquième reste continuellement submergée.

F. Borgesen (1908) attribue la luxuriance des algues marines de la région des Foeroes à la température moyenne, uniformément basse, de l'air, alliée à un degré d'humidité élevé.

Mais, c'est à S. M. Baker (1909) que revient le mérite d'avoir la première étudié expérimentalement cette question.

Après avoir déterminé les limites supérieures et les limites inférieures de quelques Phéophycées à « White Cliff Bay », près de Bembridge (île de Wight), elle soumet, pendant trois semaines, des lots d'algues brunes au régime suivant :

— les uns furent plongés dans l'eau de mer pendant onze heures et émergés une heure ;

— les autres furent immergés six heures et émergés six heures ;

— enfin, un troisième lot fut maintenu dans l'eau de mer une heure, puis exondé onze heures.

De ces expériences, S. M. Baker conclut que :

1) Les espèces qui poussent le plus haut sur le rocher ont un pouvoir de résistance à la dessiccation que ne possèdent pas celles qui vivent au niveau le plus bas.

2) Plus une algue se rapproche du niveau de la basse mer, plus sa résistance à la dessiccation s'atténue.

3) Les algues qui résistent le mieux à la dessiccation s'accroissent lentement ; alors qu'au contraire, celles qui résistent le moins croissent avec le plus de rapidité.

H. Jonsson (1912), dans « The Botany of Iceland », mentionne l'influence de l'humidité de l'air et de la nébulosité sur la dessiccation.

D. S. Johnson et H. H. York (1915) pensent que la répartition verticale des algues littorales dépend de leur temps d'émergence et d'immergence pendant le flux et le reflux.

W. F. Gail (1918) fait des recherches sur l'influence de la dessiccation et de la lumière sur les germinations de Fucus ; il en conclut que :

1) La dessiccation des jeunes pousses empêche leur croissance et suffisamment prolongée, elle les détruit.

2) La lumière est un facteur prépondérant de contrôle dans la détermination de la limite inférieure des Fucus.

E. G. Pringsheim (1923) détermine le temps nécessaire à la dessiccation de morceaux de thalle de *Fucus platycarpus*, de *Fucus vesiculosus* et de *Fucus serratus*.

Il constate que la vitesse de dessiccation est en rapport avec le site de l'algue considérée :

— le *Fucus platycarpus* qui pousse le plus haut se dessèche le plus lentement ;

— le *Fucus vesiculosus*, situé en dessous, se dessèche plus vite, mais moins rapidement cependant que le *Fucus serratus* qui vit plus près du niveau de la basse mer.

D. S. Johnson et A. F. Skutch (1928) étudient la végétation littorale du « Mount Desert Island ».

Pour eux, les facteurs qui limitent la distribution des algues, sont ceux qui règlent le taux d'évaporation et aussi le degré de dessiccation.

La résistance à la dessiccation détermine la limite supérieure pour les espèces les plus littorales.

La distribution verticale d'une espèce considérée est en fonction :

— pour sa limite supérieure, de sa tolérance à la perte d'eau ;

— pour sa limite inférieure, de sa tolérance à la diminution de la lumière.

J. Colman (1933) établit la durée d'exondation aux différents niveaux pendant des périodes de vive-eau et de morte-eau et définit, pour chaque espèce, le pourcentage d'exondation.

W. E. Isaac (1933) montre que la perte de poids du *Pelvetia canaliculata* par dessiccation est très marquée au début de la période d'exondation, en particulier pour les pieds isolés de la partie supérieure de la zone, qui du fait de leur situation ne subissent pas la protection du manteau algal.

Il conclut ensuite que le *Pelvetia canaliculata* peut s'établir à la limite supérieure de la zone littorale parce que ses deux oosphères sont retenus dans un oogonium capable, grâce à sa membrane épaisse et mucilagineuse, de supporter la dessiccation.

P. Haas et T. G. Hill (1933) sont convaincus que la dessiccation est le premier facteur réglant la distribution des algues littorales.

W. E. Isaac (1935) compare, du point de vue de la dessiccation, les *Laminaria digitata* et les *Fucus serratus* qui vivent à peu près au même niveau.

La perte totale d'eau, après deux heures d'exondation est plus importante pour les *Laminaria digitata* (19,3 p. cent) que pour les *Fucus serratus* (16,9 p. cent).

D'après lui, les *Fucus serratus* ne peuvent descendre en dessous du niveau supérieur des Laminaires parce que la dessiccation, nécessaire à la libération des gamètes, serait insuffisante.

Miss V. M. Grubb (1936) détermine le nombre d'heures d'exposition des différents niveaux d'algues, étudie les hauteurs minima et maxima pour chaque espèce et conclut que l'émersion et l'immersion sont des facteurs d'une importance primordiale pour la détermination de la position et de l'extension des algues de la zone supérieure.

J. S. Zaneveld (1937) calcule le nombre d'heures d'émergence pour chaque espèce de Fucacées des côtes hollandaises, qu'il trouve voisin de celui donné par J. Colman pour les côtes anglaises ; puis étudie expérimentalement la rapidité de la dessiccation.

L'algue, cueillie avec soin, séchée entre papier filtre, est pesée, puis coupée en morceaux de poids semblables. Ces morceaux de thalle sont abandonnés sur une planche et leur poids, aussi bien que la température et l'humidité relative du milieu, sont déterminés toutes les heures pendant six heures.

Il constate que la perte d'eau, chez les quatre Fucacées étudiées : *Fucus spiralis, Ascophyllum nodosum, Fucus vesiculosus* et *Fucus serratus,* est importante pendant les deux premières heures, mais que le *Fucus spiralis* perd moins d'eau que le *Fucus serratus* (42,2 p. cent pour le *Fucus serratus* et 31,2 p. cent pour le *Fucus spiralis* après deux heures de dessiccation).

En outre, si le *Fucus serratus* demande quatre heures pour stabiliser son poids, il en faut cinq au *Fucus spiralis* placé dans les mêmes conditions expérimentales. Ceci montre qu'il existe une relation directe entre la rapidité de dessiccation et l'habitat des deux espèces considérées.

L'auteur place ensuite des échantillons, de poids connus, dans un dessiccateur à acide sulfurique et des pesées sont faites au bout de : 6, 18, 24, 30, 42, 48, 96 heures. Il constate, pour les espèces étudiées, que l'eau perdue est importante pendant les 18 premières heures, mais que la perte cesse après 48 heures de dessiccation. Cependant, ces espèces présentent quelques différences dans la façon dont elles se dessèchent, c'est ainsi que le *Fucus serratus,* après 18 heures, ne perd plus que très peu d'eau, son poids paraissant stabilisé, tandis que pour les trois autres espèces, cette stabilisation n'est atteinte qu'après 48 heures d'expérimentation.

Donc, la perte d'eau se prolonge d'autant plus que les espèces considérées vivent plus haut, mais en définitive, c'est le *Fucus spiralis* qui abandonne le plus d'eau. D'après l'auteur, ces résultats peuvent être compris en comparant les courbes obtenues avec celle de l'eau perdue par un colloïde.

J. S. Zaneveld pense qu'il y a, pour les quatre Fucacées étudiées, une notable corrélation de faits entre la hauteur de l'habitat, la lenteur, mais aussi l'importance de la perte d'eau.

Ensuite, l'auteur étudie, chez les Fucacées citées, l'épaisseur des membranes dans de l'eau de mer, dans des solutions hypertoniques de saccharose et dans de l'eau de mer de différentes concentrations.

Il constate que la dimension des membranes décroît à mesure que la concentration augmente. Cette diminution, petite chez le *Fucus serratus,* est importante chez le *Fucus spiralis* et plus marquée encore chez l'*Ascophyllum* que chez le *Fucus vesiculosus.*

Puis, il fait sécher à l'air des morceaux de Fucacées qui ont été plongés dans de la paraffine liquide. Des coupes faites, toutes les heures, lui permettent de constater que l'épaisseur de la membrane diminue régulièrement, de façon appréciable pendant les trois premières heures, plus lentement ensuite. L'épaisseur de la membrane de chaque Fucacée citée ayant été mesurée lorsque l'algue vient d'être cueillie, il remarque que le *Fucus spiralis* possède une membrane beaucoup plus épaisse que le

Fucus serratus et en conclut que les membranes les plus épaisses se rétrécissent le plus rapidement.

L'auteur constate ensuite que les Phéophycées de la zone supralittorale, qui ont des membranes épaisses (et sont supposées contenir plus de substances colloïdales et plus d'eau que les espèces vivant plus bas), sont capables de résister à l'influence de la dessiccation, par le vent et le soleil, durant le reflux parce qu'elles abandonnent relativement plus d'eau.

J. S. Zaneveld apporte des conclusions extrêmement intéressantes, au sujet de la zonation des Fucacées en relation avec la dessiccation.

Cependant, certaines critiques peuvent être formulées à l'égard des méthodes employées. En effet, les algues étudiées par J. S. Zaneveld ont été coupées, et bien que l'extrémité soit plongée dans de la paraffine pour fermer la blessure, la plante ainsi lésée ne se trouve plus dans des conditions normales. On pourrait objecter que, quelle que soit la méthode employée, du moment que la plante est enlevée de son habitat, elle se trouve dans des conditions anormales, mais le fait de la sectionner peut entraîner un traumatisme physico-chimique susceptible de modifier le comportement de la plante à la dessiccation expérimentale. La composition chimique de l'algue, et, en particulier sa teneur en eau variant suivant les différentes régions du thalle — comme le montrera un chapitre suivant — les différents morceaux obtenus après sectionnement ne se comportent pas de la même façon lors de la dessiccation.

Les Fucacées placées, par J. S. Zaneveld, au dessiccateur à acide sulfurique étant mortes au bout de 24 heures, leur comportement, à partir de ce moment, vis-à-vis de la rétention d'eau, n'était plus un phénomène vital.

Après l'analyse de l'important travail de J. S. Zaneveld, il ne reste plus à mentionner que deux études :

Celle de D. C. Gibb (1950) sur les facteurs qui déterminent la distribution horizontale des Fucacées sur les côtes écossaises.

D'après lui, la pente de la côte joue un rôle déterminant, car les jeunes pousses ne peuvent résister à l'action des vagues que sur une côte en pente douce.

Celle de J. Kanwisher (1957) qui relate les effets de la congélation et de la dessiccation sur le métabolisme de quelques algues de la zone intercotidale de la région de « Woods Hole ».

Tout d'abord, l'auteur détermine l'eau perdue par exondation. Il constate que le *Fucus vesiculosus* peut perdre 91 p. cent de son eau, tandis que les résultats obtenus pour les autres espèces sont plus faibles (*Chondus crispus* 63 p. cent, *Ulva lactuca* 77 p. cent, *Enteromorpha linza* 84 p. cent). Il montre ensuite que la réhydratation, dans l'eau de mer, est un phénomène rapide, puisqu'en moins d'une heure, la presque totalité de l'eau perdue par le *Fucus vesiculosus* a été reprise.

D'après Kanwisher, la consommation d'oxygène diminue lorsque les algues sont desséchées, ainsi le *Fucus vesiculosus* en utilise six fois moins lorsqu'il a perdu 80 p. cent de son eau.

En résumé, d'après ces différents auteurs, le facteur dominant de la distribution en zones des différentes Fucacées semble être la dessiccation.

Dans ce travail, nous nous proposons d'étudier les fluctuations de la teneur en eau de quelques Fucacées, mais nous n'utiliserons, pour la partie expérimentale, que des échantillons entiers et la perte d'eau ne sera mesurée que pendant la période où l'algue reste vivante.

Un premier chapitre sera consacré aux conditions d'habitat des Fucacées, dans la baie de Saint-Malo, un second à la détermination mensuelle de la teneur en eau à saturation des différentes espèces, d'abord pour l'algue entière, ensuite pour les différentes parties du thalle.

Enfin sera mesurée la teneur en eau, après exondation naturelle, des différentes espèces considérées.

L'étude expérimentale des fluctuations de la teneur en eau comprendra l'étude de la perte d'eau par dessiccation, puis celle de la réhydratation.

La déshydratation sera réalisée de la façon suivante :

— dans une première série d'expériences, en atmosphère à état hygrométrique variable et à température constante ;

— dans une seconde série d'expériences, en atmosphère à état hygrométrique constant et à température variable ;

— dans une troisième série d'expériences enfin, la dessiccation sera étudiée en atmosphère à intensité de vent variable et à température constante.

La réhydratation sera envisagée, d'une part, dans de l'eau de mer, d'autre part dans de l'eau distillée fraîchement préparée et qui jouera le rôle de la pluie durant l'exondation.

Enfin, nous étudierons au microscope des coupes effectuées sur quelques Fucacées ayant subi la dessiccation et comparées à des coupes faites sur les mêmes Fucacées cueillies au moment où la mer les découvre, afin de voir si des modifications cytologiques n'auraient pas été provoquées par une exondation plus ou moins prolongée.

L'étude des fluctuations de la teneur en eau de quelques Fucacées des niveaux supérieurs a été entreprise, au Laboratoire maritime du Muséum National d'Histoire Naturelle, à Dinard, où les algues sont soumises, du fait de l'importance des marées, à une exondation prolongée.

III. — *CONDITIONS GENERALES D'HABITAT DES FUCACEES DANS LA BAIE DE SAINT-MALO.*

1. — Les marées

Sur les côtes de la Manche, comme sur celles de l'Atlantique, les mouvements de la mer se manifestent de la façon suivante :

— La mer monte, c'est le flux ou montant. Elle atteint un niveau maximum qui est celui de la pleine mer ou haute mer.

— Puis elle descend, c'est le reflux ou perdant. Elle atteint alors un niveau minimum qui est celui de la basse mer.

Le phénomène se reproduit périodiquement ; en 24 heures, il y a deux marées, comprenant chacune une haute mer et une basse mer. Le niveau de la mer oscille donc autour d'une position moyenne appelée le niveau moyen.

L'amplitude de la marée est maximum deux fois par mois au moment des syzygies (pleine lune et nouvelle lune), c'est la période de vive-eau.

Elle est minimum au moment des quadratures (premier et dernier quartier), c'est la période de morte-eau.

D'autre part, les marées sont d'autant plus fortes que le soleil et la lune se trouvent plus près de l'équateur, c'est donc à l'époque où les syzygies coïncident avec le passage aux équinoxes que se produisent les grandes marées, appelées marées de vive-eau d'équinoxe.

Dans la Manche, par suite de la réflexion sur la côte ouest du Cotentin, cette amplitude se trouve maximum dans la baie du Mont Saint-Michel.

A Saint-Malo, elle peut atteindre plus de 13 mètres (13,20 mètres environ) aux plus fortes marées de vive-eau d'équinoxe.

La hauteur de chaque marée est définie par son coefficient, donné par l'annuaire des marées, en baie de Saint-Malo :

— Un coefficient de 45 s'applique à une marée de morte-eau moyenne.
— Un coefficient de 98 à une marée de vive-eau moyenne.
— Un coefficient de 118 définit une marée de vive-eau d'équinoxe.

Mais les prévisions de l'annuaire des marées peuvent s'écarter assez notablement de la réalité, l'amplitude variant localement avec la pression barométrique, les vents et même la configuration du lieu.

Le niveau de la mer est d'autant plus élevé que la pression atmosphérique est plus basse et réciproquement ; cette variation est de l'ordre de 13,3 cm pour 1 cm de hauteur barométrique, l'annuaire, dont les prévisions sont établies pour une pression moyenne de 760 millimètres, donne une table de correction en fonction de la hauteur barométrique.

Lorsque le vent fort vient du large, la hauteur de la marée est plus élevée, elle est plus basse que prévue lorsque le vent souffle de la terre.

Lorsque les deux facteurs : pression barométrique et direction des vents agissent dans le même sens, un écart important sur la hauteur prévue est constaté par la lecture des enregistrements au marégraphe.

Les courbes de marées, données dans le chapitre suivant, sont une représentation des hauteurs de pleines mers et des basses mers enregistrées quotidiennement au marégraphe de Saint-Servan et communiquées grâce à l'obligeance des Services de l'Electricité de France de Saint-Servan.

Enfin, de nombreuses causes interviennent localement pour modifier l'écoulement des eaux : la pente de la falaise ou de la plage, la présence d'îlots et même de chenaux.

Cependant, malgré ses irrégularités, la marée permet de déterminer sur le terrain, de façon relativement facile, les conditions d'habitat des différentes espèces de Fucacées qui sont réparties en zones dont les limites inférieures et les limites supérieures peuvent se définir d'après les différents niveaux des marées.

2. — La zonation des Fucacées

Dans la Manche, les Fucacées des niveaux supérieurs se répartissent verticalement en cinq zones bien distinctes qui sont les suivantes :

— Zone du *Pelvetia canaliculata* (L.) Decaisne et Thur.
— Zone du *Fucus platycarpus* Thur.
— Zone du *Fucus vesiculosus* L.
— Zone de l'*Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis.
— Zone du *Fucus serratus* L.

A. — *Zone du Pelvetia canaliculata* (L.) Decaisne et Thur.

Cette petite algue brune a environ 5 à 15 cm de longueur.

D'un disque adhésif de quelques millimètres carrés s'élèvent des frondes qui ramifiées dichotomiquement dès la base forment des touffes en corymbe.

Chaque fronde est caractérisée par sa forme étroite, 2 mm environ, canaliculée, et recourbée en gouttière, la concavité tournée vers le rocher. L'humidité résiduelle qui se maintient, sur la face interne du *Pelvetia canaliculata*, grâce à cette gouttière, retarde d'autant la dessiccation.

Cette algue ne possède ni vésicules, ni nervures, ni cryptes pilifères.

Les réceptacles de 1 à 2 cm de longueur sont terminaux, simples ou souvent bifurqués. Les conceptacles hermaphrodites renferment des anthéridies groupées à la base de poils ; ces anthéridies sont entourées par une double membrane dont l'externe est particulièrement épaisse ; les oogones, très protégés eux aussi, sont noyés dans les tissus.

Cette structure du thalle aussi bien que des organes reproducteurs fait penser, à priori, que le *Pelvetia canaliculata* est armé pour résister à une dessiccation intense.

Les Pelvetia qui occupent le niveau supérieur de la population algale forment une bande dont la hauteur est variable suivant l'exposition, et le développement d'autant plus important que le lieu est plus abrité du ressac, des vents et du soleil.

Les Pelvetia s'établissent à la limite de la haute mer et, souvent même, ils remontent plus haut encore grâce à l'humidité résiduelle des fentes et des fissures du rocher, dont l'influence sur l'extension de l'espèce en hauteur est, d'après Ed. Fischer, extrêmement importante.

En morte-eau, ils peuvent rester au maximum neuf jours sans être mouillés par le flot. Ils subissent alors, soit une dessiccation très poussée sous l'action du soleil et du vent, et deviennent marron foncé presque noirs, durs et cassants, soit l'action de l'eau de pluie pendant plusieurs jours de suite, sans paraître lésés ni dans un cas ni dans l'autre.

L'émersion souvent prolongée, suivie de l'immersion de durée relativement courte, paraît indispensable à la vie de cette espèce que l'on ne rencontre jamais en cuvette.

La densité de population du *Pelvetia canaliculata* varie avec l'orientation :

— Au sud, la limite supérieure de la zone est occupée par des éléments isolés, de petite taille, en forme de rosettes, très appliqués sur le rocher et répartis de façon irrégulière, tandis qu'un peu plus bas la population forme, dans les endroits abrités, un manteau dense et régulier.

— Au nord, la population présente à peu près la même densité à tous les niveaux de la zone, mais toutefois la répartition est plus régulière lorsque la roche est recouverte de *Catenella opuntia,* qui garde l'humidité.

Cette algue vivace a une période de croissance hivernale, c'est-à-dire à une saison où la dessiccation est à peu près nulle sur les côtes de la Manche et où l'eau de mer apportée par le ressac et les embruns contrarie l'action prolongée de l'eau de pluie.

Les extrémités jeunes du thalle présentent alors une coloration jaunâtre par rapport au reste de la plante.

D'après H. Hatton, « cette croissance est remarquablement lente, environ 1 cm par an. Elle est favorisée par l'humectation marine et par l'ombre (orientation nord) et défavorisée par la pluie ».

Le *Pelvetia canaliculata* qui, du fait de son habitat et de sa constitution, est capable, plus que tout autre espèce, de résister à la dessiccation, est un excellent matériel pour l'étude des fluctuations de la teneur en eau.

B. — *Zone du Fucus platycarpus* Thuret.

Cette algue, longue de 10 à 40 cm environ, est fixée sur le rocher par un petit disque d'où ne s'élève en général qu'un seul thalle dont la base est constituée par un stipe aplati, assez court, d'un demi à quelques centimètres environ et qui se divise ensuite dichotomiquement pour former la nervure. Les bords s'élargissent, deviennent foliacés et atteignent 3 cm environ de largeur.

Parfois, les échantillons de *Fucus platycarpus* et surtout ceux qui vivent à la limite supérieure de la zone, présentent des boursouflures, de préférence vers les extrémités apicales des frondes formées de tissu jeune.

D'après J. Richard, « une boursouflure n'est pas formée par un épaississement localisé de la paroi, ni par la prolifération abondante des hyphes centrales, mais par un simple déchirement de ces hyphes dont le mucilage se dessèche sous l'action d'un gaz qui acquiert vite une très forte tension ».

Du point de vue physiologique, J. Richard pense que le soleil « produit, à la surface des jeunes frondes longtemps exondées, une dessiccation très intense qui rend imperméable les membranes des cellules superficielles : les tissus centraux se dessècheraient à leur tour et l'air primitivement dissous dans le mucilage, alors rendu captif, acquerrait bientôt, sous l'action du soleil, une tension suffisante pour soulever les parois ».

Les réceptacles sont terminaux, ovoïdes et le plus souvent marginés, c'est-à-dire entourés d'un rebord foliacé. Les conceptacles hermaphrodites (exceptionnellement unisexués d'après Sauvageau et Stomps) renferment des oogones réparties sur toute l'étendue de la paroi, tandis que les anthéridies, situées entre elles, dans le fond de la cavité, sont de

ce fait bien protégées contre la dessiccation. Les réceptacles apparaissent en hiver ; mais la période de reproduction est longue ; commencée au printemps, elle se poursuit jusqu'en été.

Cette espèce vivace forme une ceinture très nettement délimitée, surtout vers le haut.

Sa limite supérieure, immédiatement en dessous des *Pelvetia canaliculata,* atteint le niveau moyen des pleines mers de morte-eau et s'y maintient de façon très constante comme, dans son travail « Recherches de Bionomie et d'Océanographie », Ed. Fischer l'a montré par un graphique établi de Saint-Malo à Dunkerque.

Sa limite inférieure, plus variable, ne dépasse guère le niveau inférieur des pleines mers de morte-eau, où souvent il se mêle au *Fucus vesiculosus* qui, par son extension, en certaines stations, semble arrêter le développement du *Fucus platycarpus.*

Pas plus que le *Pelvetia canaliculata,* le *Fucus platycarpus* ne peut vivre en cuvette. Ceci fut démontré expérimentalement par Ed. Fischer, à Dinard en 1927, année où fut établi, en vue de la construction d'une piscine, un petit barrage qui, une fois terminé, devait abriter des rochers recouverts de *Pelvetia canaliculata* et de *Fucus platycarpus.* Mais, du fait de la hauteur du dit barrage — 11 mètres — les rochers se trouvaient immergés de façon permanente. Et si deux mois et demi après la mise en eau de la piscine, Ed. Fischer put constater que les deux espèces étaient encore bien développées, neuf mois après, il dut se rendre compte qu'il ne restait plus trace des *Pelvetia canaliculata* et que les *Fucus platycarpus,* réduits à quelques frondes déchiquetées, étaient en voie de disparition.

La croissance terminale du *Fucus platycarpus* est lente ; les extrémités constituées par de jeunes tissus sont d'un brun jaunâtre par rapport au reste de la plante d'une coloration plus foncée.

C. — *Zone du Fucus vesiculosus* L.

Cette algue, qui peut atteindre un mètre de longueur, de coloration brun jaunâtre, est fixée par un petit disque. De ce disque s'élève un stipe aplati, souvent muni de rameaux adventifs, puis le thalle devient foliacé, présente une nervure médiane saillante et se divise dichotomiquement dans un plan. La largeur du thalle est en moyenne de 2 cm.

Ce Fucus, comme son nom l'indique, est caractérisé par la présence de vésicules, appelées aérocystes, de forme ovale ou sphérique, qui sont disposées, le plus souvent, symétriquement par deux de part et d'autre de la nervure médiane, sans jamais l'envahir. Ces vésicules, au contour net, à la forme et aux dimensions régulières (5 mm. environ de diamètre), se montrent aussi bombées sur une face du thalle que sur l'autre. Elles sont remplies de gaz et jouent le rôle de flotteurs. Leur nombre est extrêmement variable, certaines frondes en sont presque couvertes, d'autres en sont plus ou moins dépourvues. Tous les auteurs s'accordent pour affirmer que les aérocystes sont d'autant plus nombreux que l'algue vit dans un endroit plus calme.

Les aérocystes apparaissent à l'extrémité de la fronde, près du som-

met végétatif : les hyphes du tissu central s'écartent, les parois se soulèvent pour former une cavité qui se remplit de gaz.

Les réceptacles, le plus souvent simples, parfois bifurqués sont d'abord de petite taille, de forme conique, de couleur olivâtre ; ils s'allongent ensuite, grossissent, s'épaississent, se gonflent d'une gelée abondante et prennent à la fin de la fructification une coloration jaune clair. Ces réceptacles, unisexués, apparaissent en hiver bien que la période de reproduction se situe au printemps.

Le *Fucus vesiculosus* a pour limite supérieure le niveau inférieur des pleines mers de morte-eau et descend jusqu'au niveau supérieur des basses mers de morte-eau ; toutefois, son développement peut être gêné, vers le bas, par l'extension du *Fucus serratus* qui forme une zone sous-jacente.

Dans certaines stations particulièrement calmes, il entre en concurrence avec l'*Ascophyllum nodosum* qui vit à peu près au même niveau ; l'*Ascophyllum* l'élimine peu à peu et prend alors un important développement.

Dans les stations battues, il reste encore représenté, mais sur le thalle étroit les vésicules ont disparu et le stipe est devenu rigide, dressé, noir : c'est la variété *evesiculosus* Cotton qui, parfois, se réduit à la simple nervure.

Le *Fucus vesiculosus* abondant dans la région ne se rencontre guère en cuvette, toutefois quelques pieds se développent sur les bords des cuvettes peu profondes où une partie importante du thalle émerge à marée basse.

Ed. Fischer n'a observé, dans les bassins à flot, que quelques échantillons de petite taille, fixés près de l'écluse, c'est-à-dire là où le courant se fait sentir. Il en est de même dans les moulins à marées de la Rance où quelques pieds vivent près des orifices d'entrée ou de sortie de l'eau.

Comme le *Pelvetia* et le *Fucus platycarpus*, le *Fucus vesiculosus* demande pour se développer des émersions très fréquentes. H. Hatton, en soumettant expérimentalement des *Fucus vesiculosus* à des immersions variant en durée et en fréquence, a montré que la fréquence n'est pas un facteur aussi prépondérant que le pensait Ed. Fischer, mais que la durée a aussi un rôle important.

La fixation se produit en toute saison ; d'après H. Hatton, elle est faible au printemps et en été, importante en hiver et maxima en automne.

Elle apparaît d'autant plus abondante que le niveau est plus bas et que l'humidité résiduelle est mieux entretenue ; cette dernière condition se trouve réalisée, dans la nature, sur les rochers, en pente très douce, exposés au nord, ou bien lorsqu'un manteau algal protège les jeunes pousses.

La fixation paraît donc dépendre du degré de dessiccation. Ce même facteur agit aussi sur la croissance qui, toujours d'après H. Hatton, atteindrait, en moyenne, à Saint-Malo, 20 cm par an en milieu humide et seulement 10 cm lorsque la dessiccation est importante. Au bout de la quatrième année, l'algue disparaît après avoir atteint, grâce à cette croissance rapide, 80 à 100 cm environ.

D. — *Zone d'Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis.

Cette algue, de couleur jaune olivâtre, plus claire que les autres Fucus, et caractérisée par ses frondes rubanées étroites (3 à 10 millimètres) et longues de 30 à 150 cm, s'élève en touffes serrées d'un disque large et très plat. Le thalle, d'abord arrondi, s'aplatit, puis s'élargit et porte latéralement de petites saillies, assez régulièrement espacées, d'où s'élèveront des axes secondaires qui deviendront les uns des rameaux, les autres des ramules fructifères.

L'*Ascophyllum nodosum*, qui ne possède pas de nervure, est facilement identifiable par la présence de vésicules axiales, elliptiques ou ovales, parfois presque arrondies qui peuvent atteindre la grosseur d'un petit œuf.

Les réceptacles, qui ne se trouvent plus à l'extrémité des axes comme chez les Fucus, sont portés par des rameaux fructifères. Ces réceptacles dioïques, de forme ovale ou lancéolée, mesurent environ 8×10-15 mm. Ils apparaissent au début de l'été, sous forme de petits ramules verts terminés par une petite sphère qui grossira jusqu'en hiver qui est la période de reproduction.

L'*Ascophyllum nodosum* vit à peu près au niveau du *Fucus vesiculosus* auquel il se mélange dans les stations bien abritées ; une fois bien établi, il l'étouffe et le supplante le plus souvent complètement.

Les limites de son habitat sont plus difficiles à déterminer que celles des deux espèces déjà étudiées, en effet, il peut s'élever un peu au-dessus des *Fucus vesiculosus* et remonter ainsi jusqu'aux *Fucus platycarpus*, mais il peut descendre aussi parmi les *Fucus serratus*.

L'immersion fréquente et prolongée paraît nuisible à cette espèce qui est mal représentée dans les réservoirs des moulins à marée. Cependant, la construction de la piscine à Dinard permit à Ed. Fischer de constater, qu'après un an d'immersion à peu près permanente, l'*Ascophyllum nodosum* n'avait pas disparu.

L'algue jeune s'accroît uniformément de 10 à 15 cm au cours de l'année, puis au bout de 3 ou 4 ans cette croissance rapide se ralentit.

D'après H. Hatton, la croissance est d'autant plus forte que l'échantillon considéré vit à un niveau plus bas et que l'humidité est plus importante. En transportant au niveau supérieur de la zone des individus cueillis au niveau inférieur, il constate une diminution de la vitesse de croissance. H. Hatton montre ensuite qu'il est possible, sans inconvénient pour la croissance de l'*Ascophyllum nodosum* du niveau inférieur, de supprimer les algues qui l'entourent, tandis qu'une telle dénudation au niveau supérieur diminue de moitié la vitesse de croissance. Il en conclut « qu'il suffit pour qu'un individu s'accroisse normalement, que son pied soit protégé contre la dessiccation : il n'est pas nécessaire que sa fronde le soit ».

L'*Ascophyllum nodosum* est vivace, et les vésicules — toujours d'après H. Hatton — n'apparaissent que sur des sujets qui atteignent 8 à 9 cm, dimension qui correspond à un âge variable suivant les stations considérées. En Bretagne, le nombre de vésicules ne permet donc pas de déterminer l'âge de la plante, tandis que d'après Printz, l'*Ascophyllum*, en Norvège, croîtrait d'une vésicule par an, à partir de la troisième année.

E. — *Zone du Fucus serratus L.*

Cette algue de grande taille, qui peut atteindre 1,50 mètre de longueur, est fixée par un petit disque d'où s'élève un stipe aplati qui, très vite, se bifurque. Le thalle, dont les bords sont en dents de scie, s'élargit et mesure jusqu'à 5 cm dans les stations abritées.

La fronde très plane, jamais spiralée, pourvue d'une nervure large mais peu saillante, permet aux *Fucus serratus* de s'accoler étroitement les uns aux autres, et de retarder ainsi la dessiccation pendant la durée de l'exondation.

Cette espèce dioïque n'a pas à proprement parler de réceptacles comparables à ceux des autres Fucus. Les conceptacles, plus ou moins espacés, sont groupés vers les extrémités des rameaux sur un espace qui peut atteindre 10 cm de longueur. Cette région fertile du thalle se différencie peu extérieurement du reste de la fronde : elle ne s'épaissit qu'à peine, les bords sont toujours dentés, seule la nervure n'est plus apparente.

Les réceptacles, qui apparaissent vers les mois de janvier et de février, jaunissent en été, subsistent parfois jusqu'en hiver ; à maturité, ils se détruisent et l'extrémité du rameau repousse végétativement jusqu'à l'apparition de nouveaux conceptacles.

Le *Fucus serratus* forme une zone très nette entre le niveau supérieur des basses mers de morte-eau et le niveau supérieur des basses mers de vive-eau. Il est limité vers le haut par la ceinture du *Fucus vesiculosus* et de l'*Ascophyllum nodosum,* vers le bas par celle des Laminaires.

Il peut donc, en certaines stations, rester immergé, pendant plusieurs jours en période de morte-eau. Cette espèce se rencontre aussi, bien développée, dans les cuvettes situées jusque dans la zone du *Fucus vesiculosus.*

3. — Les espèces étudiées en vue de la dessiccation

Les fluctuations de la teneur en eau seront étudiées uniquement chez les Fucacées suivantes :

— *Pelvetia canaliculata* (L.) Decaisne et Thuret.
— *Fucus platycarpus* Thuret.
— *Fucus vesiculosus* L.
— *Fucus serratus* L.

qui sont capables de rester émergées à marée basse pendant une durée variable suivant leur habitat.

L'étude de la dessiccation de l'*Ascophyllum nodosum* a été abandonnée parce que ses grosses vésicules, par leur taille ou par leur nombre, rendaient les échantillons prélevés trop dissemblables pour être expérimentalement comparés.

En vue de l'étude expérimentale des fluctuations de la teneur en eau des Fucacées énumérées ci-dessus, d'abord a été choisi un lieu d'observation bien déterminé, puis ont été définies, pour ce lieu, les conditions réelles d'exondation pour chaque espèce considérée, ainsi que les conditions climatiques auxquelles elles sont soumises.

A. — Emplacement.

Toutes les algues étudiées (*Pelvetia canaliculata, F. platycarpus, F. vesiculosus, F. serratus*) furent observées ou cueillies au voisinage du Laboratoire, à l'entrée de la baie du Prieuré, sur des rochers qui avoisinent la cale des voiliers.

Cet emplacement a été choisi car :

— *a*) Toutes les Fucacées étudiées s'y trouvent bien représentées.

— *b*) La proximité de la cale a permis de définir de façon précise le niveau de chaque espèce ; le Service des Ponts et Chaussées ayant eu l'obligeance de nous donner la cote du quai de la « Promenade du Clair de Lune » qui est de 13,75 mètres à l'angle droit de l'escalier situé juste devant le Laboratoire.

— *c*) Des conditions particulièrement intéressantes se trouvent réunies. En effet :

— Cette station, située à l'entrée de la baie du Prieuré et protégée par la Pointe du Moulinet, est à l'abri des courants qui pourraient nuire à la fixation et au développement des Fucacées. En ce lieu, les courants côtiers, réduits plutôt à un tourbillon dont le sens est inverse de celui de la marée, ont une vitesse faible de l'ordre de 0,15 à 0,20 mètre à la seconde, pour une marée de 45 et de 0,50 mètre au maximum pour un coefficient de 114.

— Les rochers considérés ayant une face nord et une face sud-est, il a été possible de comparer, après exondation prolongée, lors d'une marée de morte-eau, la dessiccation subie par les *Pelvetia* de la face ensoleillée et celle des *Pelvetia* vivant dans la partie ombragée.

— Le ressac se fait peu sentir en cet endroit abrité car les vents dominants soufflent du nord-est.

— *d*) Enfin, la proximité de ces rochers permet de rapporter très rapidement, au Laboratoire, les échantillons cueillis.

— *e*) En certains points du rocher, les algues, bien développées, se présentent en touffes isolées et, de ce fait, se trouvent soumises à une dessiccation beaucoup plus intense que celle subie par les mêmes espèces qui se protègent mutuellement.

— *f*) Les espèces fixées sur certaines parois de rochers presque verticales, où l'écoulement se fait facilement, ne se trouvent pas soumises à l'influence de l'humidité résiduelle et se dessèchent plus rapidement.

B. — Conditions locales d'exondation.

En se servant de la cote de 13,75 mètres de la « Promenade du Clair de Lune », il est possible de déterminer pour chaque espèce de Fucacées, le niveau supérieur et le niveau inférieur de leur habitat.

Les résultats bionomiques ainsi obtenus sont les suivants :

TABLEAU I

Niveaux supérieur, moyen et inférieur de chaque Fucacée de la station considérée.

	Pelvetia canaliculata	*F. platycarpus*	*F. vesiculosus*	*Ascophyllum nodosum*	*F. serratus*
Niveau supérieur	11,10 m	10,40 m	8,80 m	8,50 m	6,10 m
Niveau moyen..	10,25 m	8,45 m	6,85 m	6,50 m	5 m
Niveau inférieur	9,40 m	6,50 m	4,90 m	4,50 m	3,90 m
Hauteur de la zone	1,70 m	3,90 m	3,90 m	4 m	2,20 m

Ce tableau I définit la hauteur occupée, en ce lieu, par chaque Fucacée :

— *Pelvetia canaliculata :* 1,70 mètre.
— *F. platycarpus :* 3,90 mètres.
— *F. vesiculosus :* 3,90 mètres.
— *Ascophyllum nodosum :* 4 mètres.
— *F. serratus :* 2,20 mètres.

TABLEAU II

Hauteurs des niveaux supérieur, moyen et inférieur des pleines mers de vive-eau, de morte-eau et des basses mers de vive-eau et de morte-eau.

	PLEINE MER DE VIVE-EAU	PLEINE MER DE MORTE-EAU	BASSE MER DE VIVE-EAU	BASSE MER DE MORTE-EAU
Niveau supérieur	13,60 m	10,40 m	2,30 m	4,70 m
Niveau moyen.	12,40 m	9,20 m	1,05 m	3,80 m
Niveau inférieur	11,70 m	8,30 m	0,15 m	2,80 m

Grâce au document « Marées Rance » qui est une représentation statistique des hauteurs de pleines mers et basses mers, enregistrées à Saint-Servan en fonction des coefficients des marées et communiqué par le service d'Etudes pour l'utilisation des marées, les niveaux supérieurs et les niveaux inférieurs des marées de vive-eau et de morte-eau ont pu être définis. Pour obtenir le niveau moyen des marées de vive-eau, la

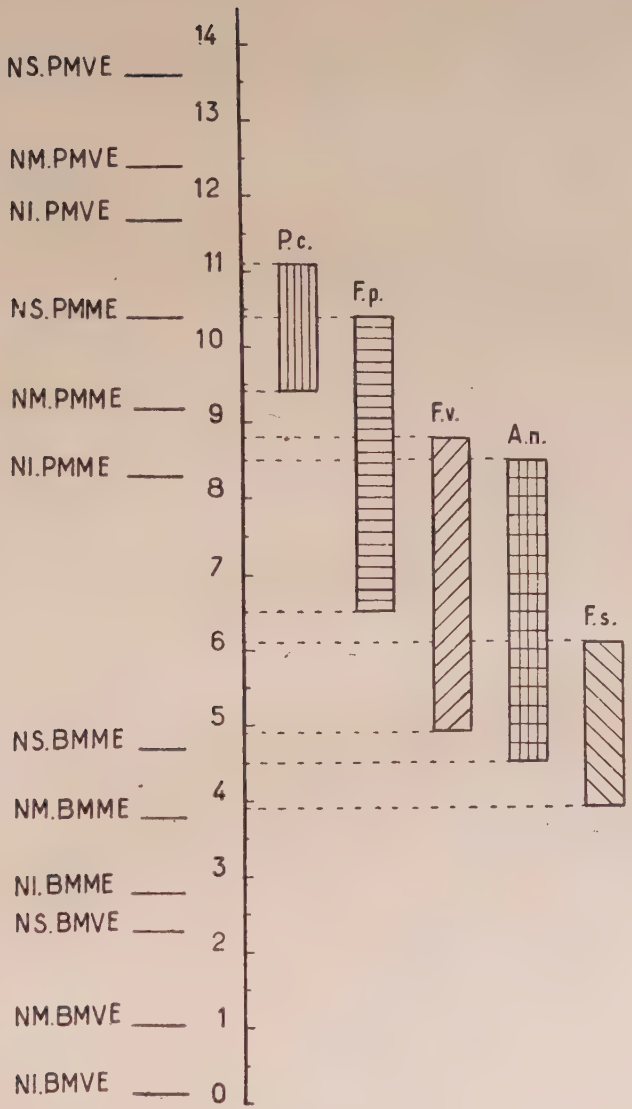

Fig. 1. — Niveaux des zones de Fucacées par rapport aux niveaux supérieurs, moyens et inférieurs des pleines mers de vive-eau, des pleines mers de morte-eau, des basses mers de morte-eau et des basses mers de vive-eau.

P. c. : *Pelvetia canaliculata ;* F. p. : *Fucus platycarpus ;* F. v. : *F. vesiculosus ;* A. n. : *Ascophyllum nodosum ;* F. s. : *F. serratus.*

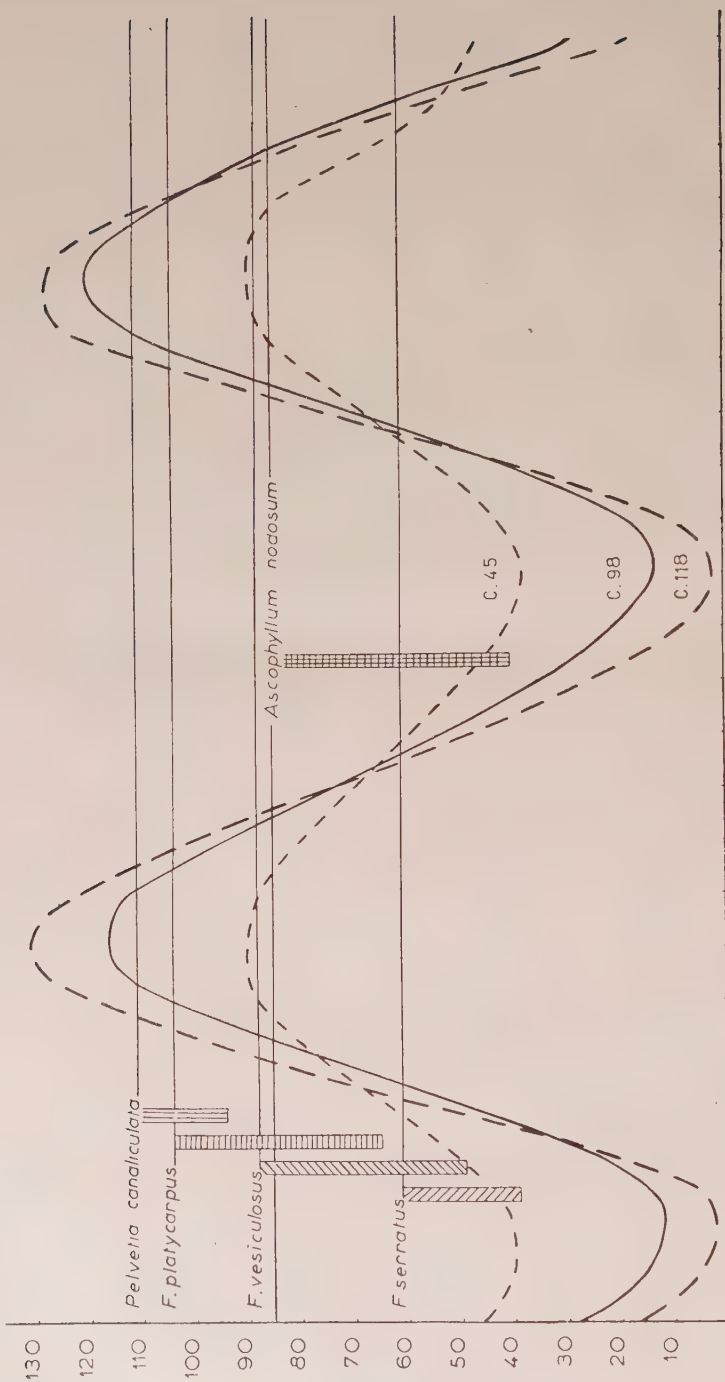

FIG. 2. — Représentation des durées d'exondation et d'immersion journalière des Fucacées par rapport aux hauteurs des marées de coefficient : 118, 95 et 45.

moyenne de toutes les cotes moyennes des marées de vive-eau a été faite. Il a été procédé de la même façon pour le niveau moyen des marées de morte-eau.

Les résultats obtenus sont donnés dans le tableau II qui permet de définir, pour chaque espèce, sa position par rapport aux niveaux cotidaux de pleines mers et de basses mers de vive-eau et de morte-eau.

La figure 1 illustre la juxtaposition des tableaux I et II.

La lecture de ce graphique permet de constater que les pleines mers de morte-eau, dont le niveau moyen est de 9,20 mètres, laissent exondée, pendant plusieurs jours, la totalité de la zone des *Pelvetia canaliculata,* ainsi que la partie supérieure de la zone des *F. platycarpus,* tandis que, pendant cette même période, les *F. vesiculosus,* les *Ascophyllum nodosum* et les *F. serratus* sont immergés deux fois par jour à marée haute.

La représentation graphique des hauteurs horaires de trois marées, la première d'équinoxe (coefficient 118), la seconde de vive-eau (coefficient 95), la troisième de morte-eau (coefficient 45), permet de déterminer la durée continue d'exondation et d'immersion journalière, pour chaque espèce étudiée, en fonction de leur niveau bionomique moyen (fig. 2).

TABLEAU III

Durée d'exondation et d'immersion journalière du niveau moyen, de chaque Fucacée, en fonction des marées de coefficient : 118, 95, 45.

	DURÉE	
	D'EXONDATION	D'IMMERSION
Pelvetia canaliculata :		
1) Marée d'équinoxe	9 heures	3 heures 1/2
2) Marée moyenne de vive-eau	9 heures 1/2	2 heures 3/4
3) Marée de morte-eau	plusieurs jours	
Fucus platycarpus :		
1) Marée d'équinoxe	7 heures 3/4	4 heures 3/4
2) Marée moyenne	8 heures	4 heures 1/4
3) Marée de morte-eau	9 heures 3/4	2 heures 3/4
Fucus vesiculosus :		
1) Marée d'équinoxe	6 heures 1/2	6 heures
2) Marée moyenne	6 heures 3/4	5 heures 1/2
3) Marée de morte-eau	7 heures	5 heures 1/2
Ascophyllum nodosum :		
1) Marée d'équinoxe	6 heures 1/2	6 heures
2) Marée moyenne	6 heures 1/2	6 heures
3) Marée de morte-eau	6 heures 1/4	6 heures 1/4
Fucus serratus :		
1) Marée d'équinoxe	5 heures 1/2	7 heures
2) Marée moyenne	5 heures 1/4	7 heures
3) Marée de morte-eau	3 heures 3/4	9 heures

L'interprétation de ce graphique (fig. 1) permet d'établir le tableau III qui indique pour chaque Fucacée la durée d'immersion et d'exondation journalière.

Pelvetia canaliculata. — Ils peuvent rester émergés pendant plusieurs jours en morte-eau. Par contre, une immersion de courte durée, de l'ordre de 2 heures 3/4 en marée de vive-eau semble leur suffire.

En moins de trois heures, le *Pelvetia canaliculata* est donc capable de se réhydrater, c'est-à-dire de reprendre la quantité d'eau perdue pendant plusieurs jours d'insolation.

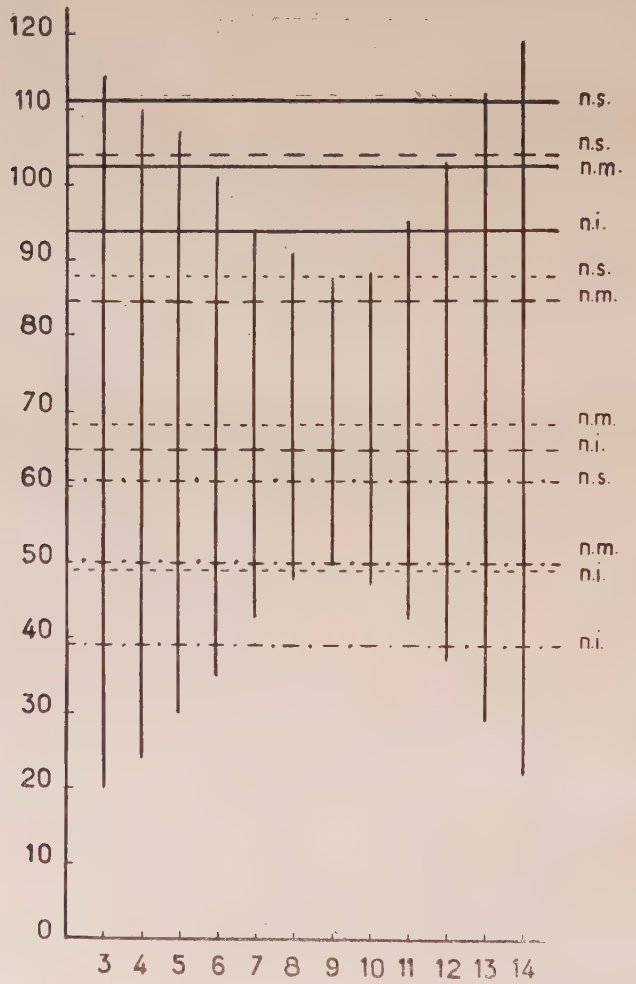

Fig. 3. — Représentation journalière de l'amplitude de la marée pendant la période du 3 au 14 août 1958 et des niveaux supérieurs, moyens et inférieurs des Fucacées.

———————— *Pelvetia canaliculata.*
—— —— —— *F. platycarpus.*
— — — — — *F. vesiculosus.*
— - — - — - — *F. serratus.*

Fucus platycarpus. — Bien que le *F. platycarpus* du niveau supérieur de la zone puisse rester exondé pendant plusieurs jours en morte-eau, le niveau moyen est soumis, tous les jours au rythme des marées. En morte-eau, l'immersion est de courte durée par rapport à l'exondation. Quelle que soit l'amplitude de la marée, ici encore les durées d'exondation l'emportent sur celles d'immersion.

Ascophyllum nodosum. — Quelle que soit l'amplitude de la marée, la durée de l'émergence qui varie entre 6 heures et 6 heures 1/2, est à peu près équivalente à celle de l'immersion.

Fucus serratus. — La durée d'exondation est courte par rapport à celle de l'immersion ; cette variation est particulièrement importante en morte-eau, où le rapport des durées d'exondation et des durées d'immersion est inverse de celui des *Pelvetia canaliculata* pendant les marées d'équinoxe.

Les *F. serratus* du niveau moyen de la zone restent submergés pendant 14 heures environ par jour en vive-eau, 18 heures en morte-eau, tandis que ceux du niveau inférieur peuvent subir en morte-eau une immersion de plusieurs jours, ce qui permet d'expliquer la présence de cette espèce en cuvette.

D'après les indications fournies par le marégraphe de Saint-Servan, les durées d'exondation en période de morte-eau peuvent être définies pour les Fucacées considérées.

Sur un même graphique, pour une période déterminée, en l'occurrence celle du 3 au 14 août 1958, sont représentés chaque marée du soir (parce qu'en général la plus basse) par un trait vertical dont la hauteur indique l'amplitude de la marée, puis les niveaux supérieurs et les niveaux moyens et inférieurs des zones de *Pelvetia canaliculata*, de *F. platycarpus*, de *F. vesiculosus* et de *F. serratus* (fig. 3).

L'interprétation de ce graphique permet de constater que les *Pelvetia canaliculata* des niveaux les plus élevés peuvent rester exondés pendant 9 jours, tandis que ceux des niveaux moyens subissent une émersion de 6 jours environ.

Les *Fucus platycarpus* de la limite supérieure supportent l'exondation pendant 6 à 7 jours de suite, tandis que ceux du niveau moyen de la zone ne se trouvent émergés que 9 heures 3/4 par jour (tableau III).

Quelques *Fucus vesiculosus* du niveau supérieur de la zone peuvent supporter, au maximum, deux jours d'exondation, mais la durée moyenne d'émergence journalière pour les parties moyenne et inférieure de la zone est de 7 heures environ.

Les *Fucus serratus* du niveau inférieur de la zone restent immergés pendant 5 jours en période de morte-eau, tandis que ceux du niveau moyen subissent une immersion journalière de 9 heures environ.

Les durées d'exondation, des Fucacées considérées, pendant la période de morte-eau du 3 au 14 août 1957 sont récapitulées dans le tableau suivant :

	LIMITE SUPÉRIEURE DE LA ZONE	ZONE MOYENNE
Pelvetia canaliculata	9 jours	6 jours
Fucus platycarpus	7 jours	9 h. 3/4 par jour
Fucus vesiculosus	2 jours	7 h. par jour

La durée totale d'exondation mensuelle peut être calculée pour les *Pelvetia canaliculata* par exemple en août 1959. Pendant les deux périodes de morte-eau, le Pelvetia « supérieur » est resté exondé 15 jours en tout ; en vive-eau, il est émergé 9 heures environ pendant chaque marée (tableau III), c'est-à-dire que, pendant les 16 jours de vive-eau, l'exondation a été de : 18 heures × 16 = 288 heures, soit 12 jours.

Au total, pendant le mois d'août 1959, les *Pelvetia canaliculata* de la limite supérieure de la zone, ont été soumis à l'exondation pendant une durée globale de 27 jours.

C. — Conditions climatiques.

La station météorologique de Dinard-Pleurtuit, située à environ trois kilomètres du Laboratoire, nous a fourni, par décade, pour 1958 et 1959, tous les renseignements au sujet de la température de l'air, de l'humidité relative, de la nébulosité, de l'insolation, de la pression atmosphérique, de la vitesse du vent et de la hauteur des précipitations. Pour les mois de juin, juillet, août, septembre et octobre de ces mêmes années, où les mesures de dessiccation ont été effectuées, les renseignements fournis sont journaliers.

Cependant, il est nécessaire de considérer, en plus des conditions climatiques générales qui restent approximativement les mêmes pour la région, les conditions locales, c'est-à-dire celles du lieu où vivent les Fucacées étudiées.

a) *Conditions climatiques générales*

— *Température de l'air.* La région de Dinard possède un climat tempéré. La température moyenne hivernale est de 7,2° C pour 1958, 6,5° C pour 1959. La moyenne des minima atteint 3,9° C en 1958, 3,5° C en 1959. La moyenne des maxima est de 9,7° C en 1958, 10,2° C en 1959.

La température moyenne estivale est de 15,6° C pour 1958, 17,4° C pour 1959 (moyenne des minima 12,4° C pour 1958, 13,3° C pour 1959 ; moyenne des maxima 18,7° C pour 1958, 21,8° C pour 1959).

La moyenne annuelle est de l'ordre de 10,7° C pour 1958 et de 11,6° C pour 1959.

— *Précipitations atmosphériques.* Pour l'année 1958, le nombre de jours de pluie est 203, mais la quantité d'eau tombée est relativement faible : elle se chiffre à 798 millimètres, soit une moyenne journalière de 2,1 millimètres.

En 1959, le nombre de jours de pluie fut 157, la quantité d'eau tombée 612,9 millimètres, d'où une moyenne journalière de 1,6 millimètres.

A Dinard, l'été 1959 fut particulièrement sec, il ne tomba que 107 millimètres de pluie contre 171,4 millimètres pendant l'été 1958.

— *Humidité de l'air.* L'humidité relative moyenne est élevée dans la région. D'après la station météorologique, les moyennes mensuelles restent supérieures à 73 p. cent quel que soit le mois considéré. En fait, l'humidité relative est très variable suivant les jours et les heures du jour. Elle présente, en général, un minimum entre 12 et 17 heures, ainsi le 10 et 11 septembre 1959, l'humidité relative journalière était en moyenne de 56,1 p. cent et 56,4 p. cent (chiffres les plus bas du mois de septembre) mais n'atteignant que 35 et 37 p. cent à 13 heures.

— *Nébulosité.* Elle est exprimée en huitièmes, 8/8 représentent un ciel entièrement couvert, 0/8 un ciel dégagé.

En hiver, la nébulosité moyenne est comprise entre 6/8 et 7/8, tandis qu'en été, elle varie de 3/8 à 6/8.

— *Insolation.* En moyenne, elle est assez faible. Pendant l'hiver 1958, elle atteignait journellement 2,9 heures en moyenne, et 5,2 heures en 1959.

En été, la moyenne journalière fut de 6,8 heures en 1958 et de 9 heures en 1959, le mois le plus ensoleillé ayant été le mois de juillet 1959 avec 334 heures 8/10.

— *Vents.* Les vents dominants sont les vents du nord-est ; à la station météorologique de Dinard-Pleurtuit, la vitesse moyenne varie entre 2,7 m/s et 5,3 m/s.

La vitesse du vent n'a pu être déterminée au niveau des Fucacées étudiées. Cependant, ce facteur est très important du point de vue de la dessiccation, d'une part il favorise l'évaporation à la surface du manteau algal, évaporation d'autant plus intense que la vitesse du vent est plus grande, d'autre part l'orientation du vent agit sur le niveau de la mer, ainsi les vents de secteur nord tendent à faire monter le niveau, aussi bien pendant le flot que pendant le jusant, tandis que les vents du sud produisent l'effet inverse.

Le tableau IV indique les valeurs moyennes mensuelles, pour les années 1958 et 1959, communiquées par la station météorologique de Dinard-Pleurtuit, auxquelles les températures de l'eau de mer ont été jointes.

b) *Conditions climatiques locales*

Le régime des pluies, l'insolation, la nébulosité ne varient guère entre la station météorologique de Dinard-Pleurtuit et le voisinage immédiat du Laboratoire.

Mais la dessiccation est aussi sous la dépendance de certains facteurs propres au lieu considéré, à savoir : la température de l'air, l'humidité relative au niveau des Fucacées étudiées et la température de l'eau de mer qui intervient surtout lors de la réhydratation.

— *Température de l'air.* Les températures de l'air prises au niveau des Fucacées exondées pendant les heures de plus grande insolation

TABLEAU IV

Conditions climatiques de la région de Dinard communiquées par la station météorologique de Dinard-Pleurtuit

		JANV.	FÉVR.	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL.	AOUT	SEPT.	OCT.	NOV.	DÉC.
Température moyenne de l'air	1958	6° 1	7° 9	5° 6	7° 9	12° 5	14° 1	15° 8	16° 5	15° 9	12°	8° 1	6° 4
—	1959	5°	6°	8° 6	10° 1	12° 5	14° 9	17° 6	17° 5	17° 2	13° 6	8° 3	7° 7
Moyenne des minima de l'air	1958	3° 9	4° 8	3° 2	4° 8	9°	10° 6	12° 7	13° 5	12° 5	9° 5	5° 9	4°
—	1959	2° 2	2° 4	5° 4	6° 9	9° 1	10° 6	13° 3	13° 8	12° 3	10°	5°5	5° 2
Moyenne des maxima de l'air	1958	8° 6	11° 4	9°	11° 4	17° 1	17° 9	16° 4	20° 2	20° 2	14° 9	10° 5	9° 5
—	1959	8° 3	10° 4	13°	14° 1	17°	19°	21° 6	21° 6	22° 4	17° 8	11° 6	10° 6
Humidité relative	1958	82,3	81,2	76,5	75,8	79,9	81,8	82,8	85,4	84,6	84,4	84,8	81,7
—	1959	78	78,6	78,6	78,2	78,2	73,3	74,1	79,6	73,1	77,3	84,4	83,6
Nébulosité en huitièmes	1958	6	6	7	5	6	6	5	6	4	6	6	5
—	1959	5	4	4	5	5	4	3	4	3	5	6	6
Insolation par jour en heures et 10e ..	1958	2,5	2,7	3,5	6	7,2	7,1	7	6,1	7,1	3,4	2	2,9
—	1959	3,2	5,5	7	6	7,8	9,7	10,8	7,8	7,9	5,3	3,1	1,6
Pression atmosphérique en millibars ..	1958	1006,7	1007,3	1003,3	1011	1009	1007,2	1004,5	1006	1008,8	1004,6	1014	998,4
—	1959	1008,5	1023,2	1005,7	1003,5	1004,1	1013,5	1011,4	1011,7	1011,3	1008,6	1003,4	996,1
Vitesse du vent en m/s	1958	4,3	4,8	4,1	3,9	3,1	3,3	3,1	3	3,1	3,7	2,9	4,5
—	1959	5	2,7	4,5	4,3	3,6	3	2,9	3	3,1	3,6	4,1	5,3
Hauteur d'eau en mm	1958	117,1	98,8	79,5	23,2	65,8	100,8	97,9	54,7	37,8	38,3	60,1	58,9
—	1959	124,6	61	46,7	89,3	57,9	18,6	30,2	26,6	29,8	107,5	93,5	82,1
Nombre de jours de précipitations	1958	21	18	20	12	19	20	12	19	13	14	16	19
—	1959	22	3	16	15	12	8	6	5	5	18	21	26
Température moyenne de l'eau de mer ..	1958	6,8	7,3	8,5	9,6	11	15	17,1	18,5	18,1	15,6	11,2	9,3
—	1959	8	6,7	9,4	10,3	11,4	16,1	18,3	20,1	18,5	16,3	11,5	9,3

varient entre 20 et 28,5° C pendant l'été 1959 qui fut particulièrement chaud, et entre 18 et 24° C pendant l'été 1958.

Des mesures faites ont permis de constater que la surface de l'algue ensoleillée est soumise à une température plus élevée que celle de l'air ambiant. En effet, le 11 septembre 1959, à 11 heures, alors que la température de l'air était de 25°, la température à la surface des touffes de *Pelvetia canaliculata* desséchés était de 32°, à l'intérieur de 29° pour les *Pelvetia canaliculata* desséchés et de 27° pour les *Pelvetia canaliculata* mouillés.

— *Humidité de l'air.* Elle fut déterminée au niveau des algues étudiées, vers 16 heures en général.

Les valeurs obtenues, les jours où la dessiccation naturelle a été étudiée, sont indiquées dans le tableau suivant où sont données, à titre de comparaison, les valeurs de l'humidité relative mesurée à la station météorologique à 16 heures.

Le tableau V montre que l'humidité relative est toujours plus élevée au niveau des algues, qu'à la station météorologique à la même heure et que les différences sont d'autant plus marquées que les valeurs de l'humidité relative sont plus faibles. Les valeurs minima trouvées au niveau des algues sont de l'ordre de 50 p. cent.

— *Température de l'eau de mer.* Elle fut prise régulièrement, à 50 cm de profondeur environ, à la cale des voiliers.

Elle atteint en moyenne 8° C en hiver et 18° C en été.

La valeur maxima 21° C fut trouvée pendant la période du 17 au 24 août 1959, la valeur minima 4° C se situe le 2 février 1958. Les moyennes sont extrêmement voisines de celles indiquées par H. Hatton pour les années 1930 à 1934, bien que le maxima atteint ne soit que de 19° C et le minima de 5° C le 1er mars 1932.

TABLEAU V

Comparaison entre les valeurs de l'humidité relative à la station météorologique et au niveau des algues.

	HUMIDITÉ RELATIVE AU NIVEAU DES ALGUES A 16 HEURES	HUMIDITÉ RELATIVE A LA STATION MÉTÉOROLOGIQUE A 16 HEURES
16 mai 1959	70 p. cent	70 p. cent
2 juin 1959	68 —	62 —
22 juillet 1959	60 —	51 —
31 juillet 1959	75 —	73 —
17 août 1959	53 —	56 —
19 août 1959	49 —	40 —
26 août 1959	75 —	75 —
27 août 1959	64 —	57 —
28 août 1959	76 —	70 —
29 août 1959	53 —	47 —
10 septembre 1959 ..	50 —	40 —
11 septembre 1959 ..	58 —	47 —
12 septembre 1959 ..	52 —	41 —
13 septembre 1959 ..	78 —	78 —

Le tableau VI indique pour les périodes où fut étudiée la dessiccation naturelle, les conditions climatiques auxquelles furent soumises les espèces considérées.

TABLEAU VI

Conditions climatiques

ANNÉE 1959	TEMPÉRATURE MAXIMUM	HUMIDITÉ RELATIVE MOYENNE	NÉBULOSITÉ EN HUITIÈMES	INSOLATION EN HEURES	VITESSE DU VENT EN M/S	PLUIE	HUMIDITÉ RELATIVE AU NIVEAU DE LA MER A 16 HEURES
16 mai	17° 6	81,3 p. c.	2	12,1	3,9	0	70
2 juin	17° 5	84,9 —	7	5,7	2	0	62
22 juillet	24° 8	67,4 —	1	13,5	4	0	51
31 juillet	19° 5	87 —	2	11,6	2,8	0	73
17 août	23° 5	65,9 —	3	12,6	2,6	0	56
19 août	28° 5	69,4 —	1	12	2,9	0	40
26 août	24° 3	86,1 —	4	9,2	2,8	0	75
27 août	24° 1	74,1 —	4	9,6	5	0	57
28 août	22°	81,7 —	0	11,9	2,9	0	70
29 août	21° 3	63,8 —	4	11,3	5,5	0	47
10 septembre	27° 9	56,1 —	1	10	2,6	0	40
11 septembre	28°	56 —	2	9,6	2,4	0	47
12 septembre	26° 8	63,4 —	2	10,4	1,7	0	41
13 septembre	22° 1	84,1 —	5	8,3	2,5	0	78

IV. — *TENEUR EN EAU DANS LES CONDITIONS NATURELLES.*

I. — Teneur en eau a saturation des différentes espèces

La teneur moyenne en eau, à saturation, des différentes Fucacées étudiées, est déterminée de la façon suivante : chaque algue, cueillie au moment où la mer la découvre, est pesée après avoir été essuyée, puis desséchée à l'étuve à 110° et enfin pesée après dessiccation. Le tableau VII donne les résultats moyens, pour cent, obtenus mensuellement pour les diverses Fucacées étudiées.

TABLEAU VII

Teneur mensuelle en eau, à saturation, des espèces étudiées

	Pelvetia canaliculata	*Fucus platycarpus*	*Fucus vesiculosus*	*Fucus serratus*
1959 :				
Janvier	75	74,1	78,5	80
Février	75,2	74,1	78,7	80,4
Mars	75	75	79,3	80,7
Avril	74,6	76	79,6	81,3
Mai	71,1	75,7	78,5	79
Juin	69,3	74,6	76	80,9
Juillet	69,4	72,2	74,1	75
Août	69,3	73	72,7	75
Septembre	70	74,4	72,2	75,5
Octobre	71	75,8	72,6	76,4
Novembre	71,4	78,9	73,8	81,3
Décembre	72,4	78,7	76	80,3
1960 :				
Janvier	74,5	76,5	78,2	80,1
Février	75,5	76,3	78,5	79,9
Mars	75,6	75	78,7	80,8
Avril	74,2	76,2	78,9	80
Mai	72	75,7	78	78,7
Juin	69,5	75	77	80,2

A. — *Suivant la saison.*

Le tableau VII ainsi que le graphique (fig. 4) l'illustrant nous permettent de conclure que :

1. — La teneur moyenne en eau, à saturation, est élevée et toujours supérieure à 69 p. cent du poids frais de l'algue.

2. — Elle n'est pas constante et présente, quelles que soient les espèces considérées, un minimum en été et un maximum en hiver et au printemps. La différence entre ces deux valeurs extrêmes est variable pour chaque Fucacée étudiée (6,3 p. cent pour le *Pelvetia canaliculata,* 4,8 p. cent pour le *Fucus platycarpus,* 7,4 p. cent pour le *Fucus vesiculosus* et 6,3 p. cent pour le *Fucus serratus*).

3. — Quelle que soit la saison, le *Fucus serratus* contient toujours plus d'eau que les autres Fucacées (jusqu'à 81,3 p. cent) tandis que le *Pelvetia canaliculata* n'en renferme que 76,5 p. cent au maximum.

4. — Au printemps, le *Fucus vesiculosus* contient plus d'eau que le *Fucus platycarpus,* tandis qu'aux autres saisons l'inverse se produit.

Fig. 4. — Teneur mensuelle en eau des Fucacées.
——————— *Pelvetia canaliculata.*
—— —— —— *F. platycarpus.*
— — — — — *F. vesiculosus.*
— - — - - - - — *F. serratus.*

B. — *Suivant les différentes parties de l'algue.*

Ces variations de la teneur en eau, suivant les saisons, dépendent en partie de la proportion de tissus jeunes, par rapport au reste de la plante. Les extrémités du thalle en voie de croissance, reconnaissables à leur

coloration plus claire, sont sectionnées du reste de la plante et les deux lots, ainsi formés, sont déshydratés à l'étuve à 110°. Cette étude faite à l'automne, où la teneur en eau des Fucacées est assez élevée, révèle que les parties apicales renferment beaucoup plus d'eau que les parties basales, les différences variant de 14,2 p. cent pour le *Pelvetia canaliculata* à 7,2 p. cent pour le *Fucus serratus*.

Le tableau VIII résume les résultats obtenus en novembre.

TABLEAU VIII

Teneur en eau, à saturation, en novembre, des régions apicales et des régions basales des différentes espèces.

	TENEUR MOYENNE	TENEUR EN EAU A SATURATION	
		RÉGION APICALE	RÉGION BASALE
Pelvetia canaliculata	71,4	77,2	63
Fucus platycarpus	78,9	84,2	72,7
Fucus vesiculosus	73,8	82,2	68,9
Fucus serratus	81,3	85	77,8

Qu'il s'agisse de teneur en eau des sommets, ou des bases, le *Pelvetia canaliculata* renferme toujours le moins d'eau et le *Fucus serratus* en contient toujours le plus.

II. — Teneur en eau des différentes espèces après exondation naturelle

A. — *Maximum d'eau perdue par émersion pendant l'été 1959.*

L'été 1959, particulièrement sec et chaud dans la baie de Saint-Malo, nous a permis de déterminer, à plusieurs reprises, l'eau perdue par émersion chez les Fucacées en place. Les algues desséchées par l'exondation sont placées à l'étuve à 110°, pour déterminer le pourcentage d'eau restante ; connaissant l'eau contenue à saturation pour cent à la même époque, il est possible de calculer l'eau perdue par émersion.

Les chiffres les plus élevés, les seuls retenus, sont indiqués dans le tableau IX.

Il apparaît que l'algue perd d'autant plus de poids (sous forme d'eau) que son habitat se trouve plus bas, exception faite pour le *Fucus serratus* qui n'a sans doute pas le temps, pendant les quelques heures d'exon-

dation, de se dessécher, car il est le plus souvent protégé par d'autres algues.

Le tableau IX révèle que le *Pelvetia canaliculata* a perdu le 17 août 1959, pendant l'exondation de vive-eau, autant d'eau que pendant la morte-eau du 29 août, or le 17 août, marée de coefficient 88, il est resté émergé pendant 9 heures 1/2 tandis que le 29 août, l'émersion était de 4 jours : les chiffres obtenus dans les deux cas : 55,3 p. cent, 55,2 p. cent sont voisins du maximum 55,7 p. cent.

TABLEAU IX

Pourcentage de poids frais perdu sous forme d'eau par les diverses espèces de Fucacées étudiées.

	POIDS FRAIS PERDU PAR ÉMERSION	EAU A SATURATION	DATES (ANNÉE 1959)	
Pelvetia canaliculata	56,7 p. c.	71,1 p. c.	16 mai	(morte-eau)
	55,3 —	69,4 —	17 août	(vive-eau)
	55,2 —	69,3 —	29 août	(morte-eau)
	55,7 —	69,5 —	13 septembre	(morte-eau)
Fucus platycarpus	59,5 —	75,6 —	2 juin	(morte-eau)
	58 —	72,2 —	22 juillet	(vive-eau)
	58,9 —	72,2 —	31 juillet	(morte-eau)
	58,3 —	73 —	17 août	(vive-eau)
	59,9 —	74,4 —	13 septembre	(morte-eau)
Fucus vesiculosus	60,7 —	72,6 —	2 juin	(morte-eau)
	61,4 —	72,5 —	22 juillet	(vive-eau)
Fucus serratus	49,9 —	75,5 —	19 août	(vive-eau)

Le chiffre de 56,7 p. cent, présenté le 16 mai, ne doit pas être considéré comme étant maximum, la teneur en eau à saturation à cette époque atteignait 71,1 p. cent au lieu de 69,5 p. cent en septembre.

En fait, 55,7 p. cent représentent bien le maximum de poids frais perdu, par exondation, pendant l'été 1959, par le *Pelvetia canaliculata* sans qu'il paraisse lésé. Des mesures faites en 1958 sont en dessous de ce chiffre.

Lors d'une excursion à Cézembre, le 11 septembre 1959, nous avons constaté que, sur quelques rochers orientés au sud, les extrémités fructifiées du *Pelvetia canaliculata* étaient noircies, ceci par suite d'une dessiccation très poussée en morte-eau et d'une action prolongée du soleil (en effet, l'humidité relative était de 37 à 13 heures, la température maxima de 28° C sous abri et le ciel très dégagé).

Des mesures faites sur des pieds non fructifiés ont montré que le poids perdu par dessiccation était de 55,5 p. cent (chiffre assez voisin du maximum trouvé en 1959). Par contre pour les échantillons aux

fructifications noircies, il n'atteignait que 48,1 p. cent. En effet, pendant l'exondation, les fructifications des Fucacées demeurent gonflées, alors que le reste du thalle se dessèche et devient rabougri. L'eau maintenue dans les réceptacles, grâce à l'abondance des mucilages, explique que la teneur globale en eau reste plus élevée chez les *Pelvetia canaliculata* fructifiées que chez les échantillons non fructifiés. Pour le *Fucus platycarpus*, le maximum de poids frais perdu par émersion, de l'ordre de 58,9 p. cent, se situe pendant les mois de juillet et d'août ; il peut être atteint aussi bien en vive-eau, qu'en morte-eau.

Pour le *Fucus vesiculosus*, le maximum de perte de poids se situe le 22 juillet et atteint 61,4 p. cent, alors qu'à cette époque sa teneur en eau, à saturation, est faible (72,5 p. cent).

D'après plusieurs récoltes, il semble que le *Fucus serratus* ne puisse perdre que 49,9 p. cent de son poids frais, pendant les quelques heures d'exondation, à la marée basse de vive-eau du 19 août 1959, date où la teneur en eau à saturation était faible.

Connaissant la teneur en eau à saturation et le poids perdu par émersion pour chaque période (tableau IX), il est possible de déterminer l'eau perdue par rapport à 100 d'eau à saturation contenue dans chaque espèce.

Pour les diverses Fucacées étudiées, les résultats sont exprimés dans le tableau X.

Les résultats du tableau précédent, obtenus en supposant que toutes les algues considérées renferment le même poids d'eau à saturation, soit 100, vont nous permettre de comparer, de façon précise, les pertes d'eau de ces mêmes algues par exondation naturelle.

En effet, le *Pelvetia canaliculata* perd, en moyenne, un peu moins d'eau que le *Fucus platycarpus*, 0,5 p. cent, tandis que le *Fucus vesiculosus* perd une quantité plus importante d'eau que le *Fucus platycarpus*, 3,9 p. cent. Quant au *Fucus serratus* qui n'est exondé que quelques heures pendant la marée basse de vive-eau, il ne se dessèche pas au-delà de 66 p. cent.

Ce tableau permet de conclure que les pertes d'eau du *Pelvetia canaliculata*, aussi bien que celles du *Fucus platycarpus* et du *Fucus vesiculosus*, sont sensiblement les mêmes en période de vive-eau qu'en période de morte-eau.

Les Fucacées des niveaux supérieurs : *Pelvetia canaliculata* ou *Fucus platycarpus*, qu'elles restent exondées quelques heures à marée basse de vive-eau ou quelques jours à marée basse de morte-eau, perdent, en définitive, pendant ces deux périodes, sensiblement la même quantité d'eau.

Après la détermination de la perte de poids maximum pour chaque Fucacée, il a été procédé à l'étude de la perte de poids journalière pour le *Pelvetia canaliculata* et le *Fucus platycarpus* — algues qui supportent une exondation de plusieurs jours —. En conséquence, pour chacune de ces deux espèces, des échantillons semblables et voisins, appartenant au même niveau, placés dans des conditions de déshydratation aussi proches que possible, ont été cueillis chaque jour, vers 18 heures, pendant les mortes-eaux du 26 au 29 août et du 10 au 13 septembre 1959.

Les conditions climatiques, fournies par la station météorologique de Dinard-Pleurtuit, pour ces deux périodes, sont exposées dans le tableau XI.

TABLEAU X

Eau perdue par rapport à 100 d'eau à saturation

	EAU PERDUE	MOYENNE	DATES
Pelvetia canaliculata	79,7 79,6 79,6 80,1	79,7	16 mai 1959 (morte-eau) 17 août — (vive-eau) 29 août — (morte-eau) 13 sept. — (morte-eau)
Fucus platycarpus	78,7 80,3 81,5 79,9 80,5	80,2	2 juin — (morte-eau) 22 juillet — (vive-eau) 31 juillet — (morte-eau) 17 août — (vive-eau) 13 sept. — (morte-eau)
Fucus vesiculosus	83,6 84,6	84,1	2 juin — (morte-eau) 22 juillet — (vive-eau)
Fucus serratus	66	66	19 août — (vive-eau)

TABLEAU XI

Conditions climatiques

1959	TEMPÉRATURE MOYENNE	TEMPÉRATURE MINIMA	TEMPÉRATURE MAXIMA	HUMIDITÉ RELATIVE	NÉBULOSITÉ EN HUITIÈMES	INSOLATION EN HEURES	VITESSE DU VENT	PLUIE	HUMIDITÉ RELATIVE AU NIVEAU DE LA MER A 18 HEURES
26 août	20°	16° 4	24° 3	86,1	4	9,2	2,8	0	75
27 août	20° 1	17° 7	24° 4	74,1	4	9,6	5	0	64
28 août	18°	13° 2	22°	81,7	0	11,9	2,9	0	76
29 août	17° 1	13° 5	21° 3	63,8	4	11,3	5,5	0	53
10 septembre	20° 5	14° 1	27° 9	56,1	1	10	2,6	0	58
11 septembre	20° 4	13° 4	28°	56	2	9,6	2,4	0	50
12 septembre	19° 7	13° 3	26° 8	63,4	2	10,4	1,7	0	65
13 septembre	19° 1	16° 1	22° 1	84,1	5	8,3	2,5	0	75

Le tableau suivant indique les pourcentages de poids frais perdu sous forme d'eau, journellement, par émersion chez les *Pelvetia canaliculata* très ensoleillés.

PÉRIODE DU	1er JOUR	2e JOUR	3e JOUR	4e JOUR
26 au 29 août 1959	48,1 p. cent	52,7 p. cent	55 p. cent	55,2 p. cent
10 au 13 septembre 1959	48,3 p. cent	53,1 p. cent	55,4 p. cent	55,7 p. cent

Les pertes de poids journalières du *Fucus Platycarpus* durant la morte-eau du 10 au 13 septembre, se résument dans le tableau suivant :

PÉRIODE DU 10 au 13 septembre 1959	1er JOUR	2e JOUR	3e JOUR	4e JOUR
	49,2 p. cent	54,1 p. cent	59,5 p. cent	59,9 p. cent

Ici encore, la perte de poids est très rapide le premier jour de l'exondation.

Le *Fucus platycarpus*, placé dans les mêmes conditions que le *Pelvetia canaliculata*, perd, chaque jour, plus de poids que ce dernier ; la différence, faible le premier jour (0,9 p. cent) augmente le second jour (2,2 p. cent) pour atteindre le quatrième jour 4,2 p. cent.

Le *Pelvetia canaliculata* et le *Fucus platycarpus* se comportent de façon identique lors de l'assèchement prolongé par émersion, c'est-à-dire qu'ils perdent, le premier jour, une quantité importante de poids (48,3 p. cent pour le premier, 49,2 p. cent pour le second), puis que la perte journalière devient de moins en moins grande, au fur et à mesure que les jours s'écoulent. Alors qu'ils sont placés dans les mêmes conditions d'exondation, la proportion de poids perdue par le *Fucus platycarpus* est plus importante que celle perdue par le *Pelvetia canaliculata* pendant le même temps.

Dans les deux cas, la perte de poids, fort importante le premier jour et supérieure à 48 p. cent, augmente peu le deuxième jour et devient presque insignifiante entre le troisième et le quatrième jour. Autrement dit, au-delà d'une certaine limite, le *Pelvetia canaliculata* possède la propriété de ne plus perdre de poids, bien qu'il reste exondé et soumis à la même atmosphère desséchante.

Pour le *Fucus vesiculosus* et le *Fucus serratus*, les pertes journalières ne peuvent être données, puisque les chiffres maxima trouvés ont été obtenus pendant la basse mer de vive-eau.

Les poids d'eau perdue, journellement, par émersion, par rapport à 100 d'eau à saturation, par le *Pelvetia canaliculata*, pour les périodes citées, sachant que cette algue contient à saturation 69,3 p. cent d'eau en août et 69,5 p. cent en septembre, se trouvent mentionnés dans le tableau suivant :

PÉRIODE DU	1er JOUR	2e JOUR	3e JOUR	4e JOUR
26 au 29 août 1959	69,4 p. cent	76 p. cent	79,3 p. cent	79,6 p. cent
10 au 13 septembre 1959	69,4 p. cent	76,4 p. cent	79,7 p. cent	80,1 p. cent

La perte d'eau est donc très importante le premier jour, puisqu'elle atteint 69,4 p. cent. Le deuxième jour, elle est de l'ordre de 6,6 p. cent, le troisième jour de 3,3 p. cent, le quatrième jour de 0,3 p. cent et la perte définitive est voisine de 80 p. cent, sans que pour autant la plante soit lésée.

La perte d'eau, journalière, par émersion, calculée par rapport à 100 d'eau à saturation, pour le *Fucus platycarpus*, sachant qu'en septembre, il contenait 74,4 p. cent d'eau à saturation, est indiquée dans le tableau suivant :

PÉRIODE DU 10 au 13 septembre 1959	1er JOUR	2e JOUR	3e JOUR	4e JOUR
	66,1 p. cent	72,7 p. cent	79,9 p. cent	80,5 p. cent

La perte d'eau du *Fucus platycarpus*, très importante le premier jour, 66,1 p. cent, bien qu'un peu plus faible que celle du *Pelvetia canaliculata*, augmente peu les jours suivants pour devenir voisine de celle du *Pelvetia canaliculata* le troisième jour, et atteindre le quatrième jour, 80,5 p. cent. Cette perte est donc du même ordre de grandeur que celle du *Pelvetia canaliculata* pendant la même période.

La zonation du *Pelvetia canaliculata*, qui s'étend sur 1 m 70 environ, présente des échantillons variés : le haut de la zone est habité par des *Pelvetia*, clairsemés sur le rocher, peu développés, en forme de rosettes, de quelques centimètres seulement de longueur, 4 en moyenne, tandis que 30 ou 40 cm plus bas le thalle peut atteindre, en moyenne, 10 cm de longueur. Du point de vue de la dessiccation, le comportement de ces deux étages a été étudié. Des échantillons, récoltés au mois de mai 1959, montrent que les *Pelvetia* en rosettes contiennent à saturation, plus d'eau que les *Pelvetia* bien développés : 72 p. cent dans le premier cas, 70,1 p. cent dans le second. La détermination de l'eau restant, après déshydratation par l'exondation, donne les résultats suivants : 18 p. cent pour les rosettes, 15,9 p. cent pour les sujets normaux. L'eau perdue par émersion, représentée par la différence entre l'eau à saturation et l'eau restant, est donc à peu près la même pour les deux étages :

Pelvetia en rosettes ..... 72 — 18 = 54 p. cent.
Pelvetia bien développés .. 70,1 — 15,9 = 54,2 p. cent.

Les calculs peuvent être repris par rapport au pourcentage d'eau à saturation, ce qui permet de comparer des échantillons qui, avant dessiccation, contenaient la même quantité d'eau.

La rétention d'eau par les *Pelvetia* en rosettes est de :

$$\frac{18 \times 100}{72} = 25 \text{ p. cent,}$$

celle des *Pelvetia* bien développés de :

$$\frac{15{,}9 \times 100}{70{,}1} = 22{,}6 \text{ p. cent.}$$

L'eau perdue dans le premier cas atteint 75 p. cent et dans le deuxième cas 77,4 p. cent. Autrement dit, les *Pelvetia* en rosettes perdent moins d'eau que les *Pelvetia* bien développés, ce qui leur permet de supporter une exondation plus prolongée et ainsi de vivre à la limite supérieure de la zone.

En conclusion, pendant l'exondation, que ce soit en vive-eau ou en morte-eau, la proportion d'eau perdue par le *Fucus vesiculosus* est plus importante que celle perdue par le *Fucus platycarpus* qui, lui-même, en perd un peu plus que le *Pelvetia canaliculata.*

B. — *Différence entre l'eau perdue par exondation par une espèce isolée sur le rocher, et la même espèce protégée par le manteau algal.*

Les pieds de Fucacées isolés, ou ne constituant qu'une seule couche sur le rocher, sont soumis à une dessiccation poussée ; les chiffres donnés ci-dessus mentionnent la quantité d'eau perdue par émersion dans ce cas ; mais, le plus souvent, le rocher est revêtu par un manteau algal d'épaisseur variable qui retient d'autant plus d'eau qu'il est plus épais ; la couche externe devient cassante alors que la couche interne égoutte encore après plusieurs heures d'émersion.

Des essais ont été tentés afin d'exprimer la différence entre l'eau perdue par émersion par la couche superficielle et par la couche sous-jacente chez les *Pelvetia canaliculata.*

Des mesures faites le 17 août 1959, en marée de vive-eau, où l'émersion a duré 9 heures 1/2 environ pour le *Pelvetia canaliculata,* nous ont montré que la couche superficielle du manteau de *Pelvetia canaliculata* avait perdu 55,3 p. cent de son poids, tandis que la couche sous-jacente n'en avait perdu que 13,5 p. cent et que la couche profonde appliquée contre le rocher n'avait subi aucune perte.

Sachant qu'en août, la teneur en eau à saturation du *Pelvetia canaliculata* est de 69,3 p. cent, la perte d'eau par rapport à 100 d'eau à saturation, est de 79,6 p. cent pour la couche superficielle, et de 19,4 p. cent pour la couche sous-jacente, ce qui nous montre le rôle extrêmement important du revêtement algal du point de vue de la dessiccation : les couches supérieures protègent les inférieures, et celles-ci communiquent de leur humidité aux supérieures.

V. — *ETUDE EXPERIMENTALE DES FLUCTUATIONS DE LA TENEUR EN EAU.*

Ce chapitre comprendra tout d'abord l'étude expérimentale de la perte d'eau, puis celle de la réhydratation.

La dessiccation, pendant l'exondation, dépend de l'humidité relative de l'air, de la température et du vent. Au laboratoire, l'étude de l'action de ces trois facteurs a été entreprise expérimentalement, c'est-à-dire qu'ont été considérés, d'une part, plusieurs milieux à température déterminée, constante et à humidité relative variable, d'autre part, des milieux à humidité relative fixe et déterminée, mais à températures variables enfin, l'action du vent, au moyen d'un montage constitué par une hotte aspirante électrique, a été étudiée.

La réhydratation a été faite d'une part dans de l'eau de mer, d'autre part dans de l'eau distillée qui joue le rôle de l'eau de pluie pendant l'exondation.

1. — PERTE D'EAU

A. — En milieu a humidité relative variable et a température fixe :

Des solutions sursaturées de sels, à la température de 20°, ont servi au contrôle de l'humidité relative.

Les sels employés sont les suivants :

SELS	HUMIDITÉ RELATIVE SOLUTION SURSATURÉE A 20° C
Acétate de potassium	20
Chlorure de calcium	32,3
Nitrate de calcium	54,7
Nitrite de sodium	66
Chlorure d'ammonium	79,5

En pratique, le sel, en solution sursaturée, est placé dans un grand bocal droit, bien fermé. Par un trou du bouchon passe un fil de nylon relié au plateau droit d'un trébuchet ; à l'extrémité de ce fil est fixé l'algue à étudier. Chaque Fucacée, bien développée, entière, non fructifiée, de poids à peu près identique, indemne de tous parasites, cueillie juste au moment où la mer la découvrait, est rapidement rapportée au laboratoire, puis égouttée, légèrement essuyée et suspendue dans le bocal de telle façon qu'elle ne touche pas à la solution. Le bocal est maintenu à la température constante de 20° C, température moyenne du laboratoire au mois de juillet 1959. Par des poids marqués placés dans le plateau de gauche de la balance, le poids de l'échantillon est obtenu. Par suite de la dessiccation, l'équilibre se trouve très vite rompu, il est rétabli, toutes

les heures, par des poids marqués placés dans le plateau droit de la balance. Le poids de l'eau perdue se trouve ainsi déterminé, d'heure en heure, et le poids de l'échantillon qui se dessèche est alors connu. L'expérience se poursuit pendant un certain nombre d'heures jusqu'à ce que le poids de l'échantillon subissant la dessiccation demeure constant. Pour chaque espèce, l'expérience est recommencée plusieurs fois, de façon à obtenir des poids moyens, les poids ainsi évalués sont rapportés à 100 grammes d'algue fraîche.

La dessiccation sera d'abord étudiée en fonction des humidités relatives de 79,5, de 66, de 54,7 voisines de celles qui ont été mesurées au niveau des Fucacées.

1. — *Humidité relative de 79,5.*

Pour l'humidité relative de 79,5 les résultats obtenus se résument dans le tableau suivant.

TABLEAU XII

Dessiccation des Fucacées en milieu à humidité relative de 79,5 maintenu à 20° C. Les nombres correspondent au poids de l'échantillon rapporté à 100 grammes d'algue fraîche.

Durée de dessiccation	1 h.	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	12 h.	18 h.	24 h.	30 h.	36 h.	42 h.
Pelvetia canaliculata	97,5	94,5	89	83,6	78	68	57,3	48,5	43	40,5	40
Fucus platycarpus	96,7	92	84,3	77	70,3	60	48	41,5	38	37	36,5
Fucus vesiculosus	95	90	80,7	71,3	64,5	54	43	38	36,3	36	35,4
Fucus serratus	94,5	87	75	67	60	48,6	38	35	34,7	34,1	34,1

En atmosphère très humide, lorsque l'humidité relative est de 79,5, les Fucacées se dessèchent très lentement et demandent 42 heures pour stabiliser leur poids, exception faite pour le *Fucus serratus* dont le poids ne varie plus après 36 heures. Pendant les premières heures, elles perdent très peu de poids, mais cette perte est d'autant plus grande que l'espèce considérée vit plus bas. Ainsi, au bout de 4 heures, le poids du *Pelvetia canaliculata* est devenu 89 p. cent de son poids initial, celui du *Fucus platycarpus* 84,3 p. cent, celui du *Fucus vesiculosus* 80,7 p. cent et celui du *Fucus serratus* atteint 75 p. cent. La différence entre les pertes de poids du *Pelvetia canaliculata* et du *Fucus serratus,* peu marquée pendant la première heure : 3 p. cent, augmente progressivement, pour atteindre 19,4 p. cent au bout de 12 heures, puis décroît ensuite, pour devenir 5,9 p. cent après 42 heures d'exondation, durée jamais atteinte par le *Fucus serratus.*

Après 42 heures d'expérimentation, pendant lesquelles l'humidité relative se maintient à 79,5 p. cent et la température à 20° C, la perte de poids est importante : le poids se stabilise à 40 p. cent du poids initial chez le *Pelvetia canaliculata,* 36,5 p. cent chez le *Fucus platycarpus,* 35,4 p. cent chez le *Fucus vesiculosus* et 34,1 p. cent chez le *Fucus serratus.*

En définitive, la perte de poids est d'autant plus grande que l'espèce considérée vit à un niveau plus bas : le *Fucus serratus* abandonne, après 42 heures d'expérimentation, 5,9 p. cent de poids de plus que le *Pelvetia canaliculata.*

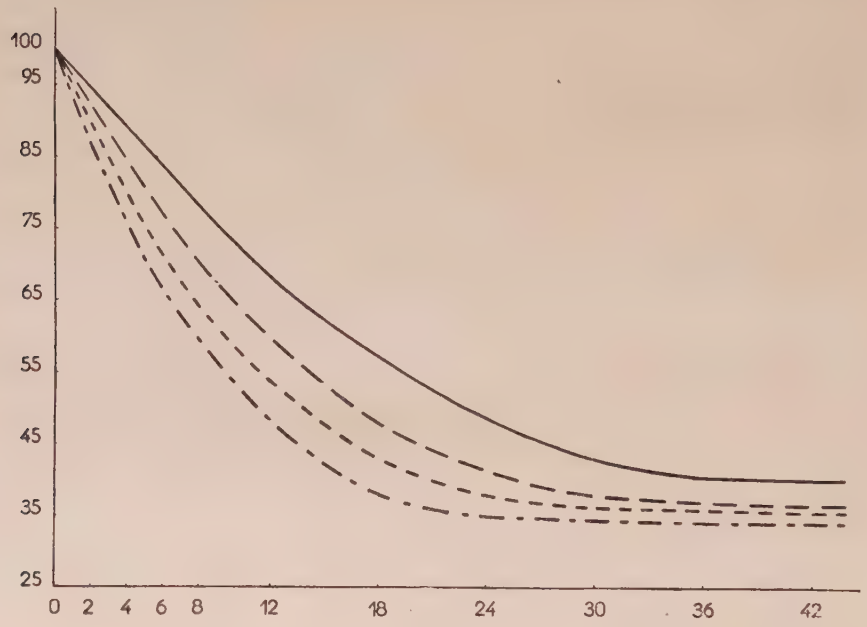

Fig. 5. — Représentation graphique de la dessiccation horaire des Fucacées en milieu à humidité relative de 79,5 maintenu à 20° C.
———— *Pelvetia canaliculata.*
—— —— —— *F. platycarpus.*
— — — — — *F. vesiculosus.*
—·—·—·—·— *F. serratus.*

Après 30 heures, la perte, pour chaque espèce, devient peu importante. Ainsi, entre la 30e et la 42e heure, le *Pelvetia canaliculata* ne perd que 3 p. cent de son poids, le *Fucus platycarpus* 1,5 p. cent, le *Fucus vesiculosus* 0,9 p. cent, le *Fucus serratus* lui n'abandonne, en 6 heures, que 0,6 p. cent.

Donc, en milieu très humide, la perte de poids, pendant les dernières heures d'expérimentation, est d'autant plus lente que l'espèce considérée vit à un niveau plus bas. Le tableau ci-dessus permet de construire le graphique montrant les pertes de poids, en fonction de la durée de l'expérience, pour une humidité relative de 79,5 (fig. 5).

D'après ce graphique, les temps exprimés en heures, nécessaires à la

perte de 25 p. cent, 60 p. cent de poids, peuvent être déterminés, pour chaque espèce ; ils sont inscrits dans le tableau suivant :

PERTE DE POIDS DE :	*Pelvetia canaliculata*	*Fucus platycarpus*	*Fucus vesiculosus*	*Fucus serratus*
25 p. cent	9 h.	6 h. 1/2	5 h.	4 h. 1/4
50 p. cent	23 h.	17 h.	14 h.	11 h. 1/2
60 p. cent	42 h.	26 h.	21 h.	16 h. 1/2

Ce tableau prouve que les Fucacées considérées abandonnent 25 p. cent, puis 50 p. cent, puis 60 p. cent de leur poids, d'autant plus rapidement qu'elles vivent à un niveau plus bas (fig. 10-C).

Les quantités d'eau perdue, par rapport à 100 d'eau à saturation, peuvent être calculées, connaissant la teneur à saturation d'eau des diverses espèces, pendant les périodes d'expérimentation. La teneur en eau à saturation du *Pelvetia canaliculata* est en moyenne de 69,3 p. cent, celles du *Fucus platycarpus* de 72,6 p. cent, celle du *Fucus vesiculosus* de 73,4 p. cent et celle du *Fucus serratus* de 75 p. cent.

Les résultats obtenus par les Fucacées soumises à humidité relative de 79,5 maintenue à 20° C se résument dans le tableau suivant :

TABLEAU XIII

Pourcentage de l'eau perdue par les Fucacées en milieu à humidité relative de 79,5 maintenu à 20° C.

Durée de dessiccation	1 h.	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	12 h.	18 h.	24 h.	30 h.	36 h.	42 h.
Pelvetia canaliculata	3,6	7,9	15,8	23,6	31,7	46,1	61,6	74,3	82,2	85,8	86,5
Fucus platycarpus	4,5	11,0	21,6	31,6	40,9	55,0	71,6	80,5	85,3	86,7	87,4
Fucus vesiculosus	6,7	13,6	26,2	39,1	48,3	62,6	77,6	84,4	85,4	87,1	87,9
Fucus serratus	7,3	17,3	32	44	53,3	68,5	82,6	86,6	87,0	88	88

Ce tableau montre qu'en atmosphère très humide, les Fucacees perdent leur eau lentement, mais que, cependant, la quantité d'eau perdue est importante, puisque, suivant les espèces, elle est égale ou supérieure à 86,5 p. cent.

Les pertes d'eau sont d'autant plus élevées que l'espèce considérée vit à un niveau plus bas.

Pendant les premières heures, les différences entre les pertes d'eau des diverses Fucacées sont très marquées, ces pertes varient du simple au double entre le *Pelvetia canaliculata* et le *Fucus serratus* : au bout d'une heure, le *Pelvetia* perd 3,6 p. cent d'eau, le *Fucus serratus* en perd 7,3 p. cent. Au bout de 4 heures, le premier abandonne 15,8 p. cent d'eau, le deuxième 32 p. cent. Puis ces différences se réduisent en fonction de la durée de l'expérience, et au bout de 42 heures, elles sont comprises entre 86,5 et 88 p. cent.

Le tableau XIII permet de construire le graphique (fig. 6), d'après lequel, les temps nécessaires aux pertes d'eau équivalentes à celles de la dessiccation naturelle pour les diverses espèces, peuvent être déterminés (voir tableau X).

Le *Pelvetia canaliculata,* placé dans une atmosphère à humidité relative 79,5 maintenu à 20° C, demande 28 heures pour perdre 79,7 p. cent d'eau, le *Fucus platycarpus* 23 heures 1/2 pour perdre 80,2 p. cent d'eau, le *Fucus vesiculosus* 23 heures pour perdre 84,1 p. cent d'eau et le *Fucus serratus* 11 heures 1/4 pour en perdre 66 p. cent.

2. — *Humidité relative de 66.*

Les résultats obtenus, en atmosphère à humidité relative de 66, la température étant maintenue à 20° C, se résument pour les différentes Fucacées, dans le tableau XIV qu'illustre le graphique de la figure 7.

TABLEAU XIV

Dessiccation des Fucacées en milieu à humidité relative de 66 maintenu à 20° C. Les chiffres correspondent au poids de l'échantillon rapporté à 100 grammes d'algue fraîche.

Durée de dessiccation	1 h.	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	12 h.	18 h.	24 h.	30 h.	36 h.	42 h.
Pelvetia canaliculata	93	86,5	75	65,5	59	51,6	45,6	43,5	42	40,5	40
Fucus platycarpus	92	84,8	71	60	55	48	43	40,6	39	37,5	36,5
Fucus vesiculosus	89	81	65	55,7	49,5	42	37	36,3	35,5	35	35
Fucus serratus	85	74,5	60	51,6	46,5	39,6	35	34,6	33,8	33,8	33,8

En humidité relative de 66, valeur souvent trouvée au niveau des Fucacées en place, les algues étudiées se dessèchent lentement : le *Pelvetia canaliculata* et le *Fucus platycarpus* demandent 42 heures pour stabiliser leur poids, le *Fucus vesiculosus* 36 heures, et le *Fucus serratus* 30 heures. Les poids stabilisés : 40 p. cent du poids initial pour le *Pelvetia canaliculata,* 36,5 p. cent pour le *Fucus platycarpus,* 35 p. cent

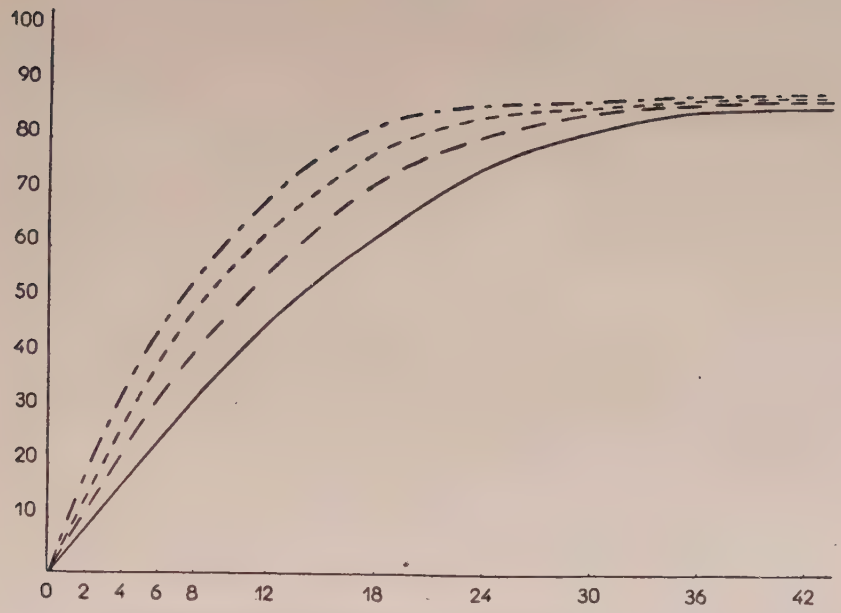

Fig. 6. — Représentation graphique du pourcentage de l'eau perdue horairement par les Fucacées en milieu à humidité relative de 79,5 maintenu à 20° C.

——————— *Pelvetia canaliculata.*
—— —— —— *F. platycarpus.*
— — — — — *F. vesiculosus.*
—— — —— — *F. serratus.*

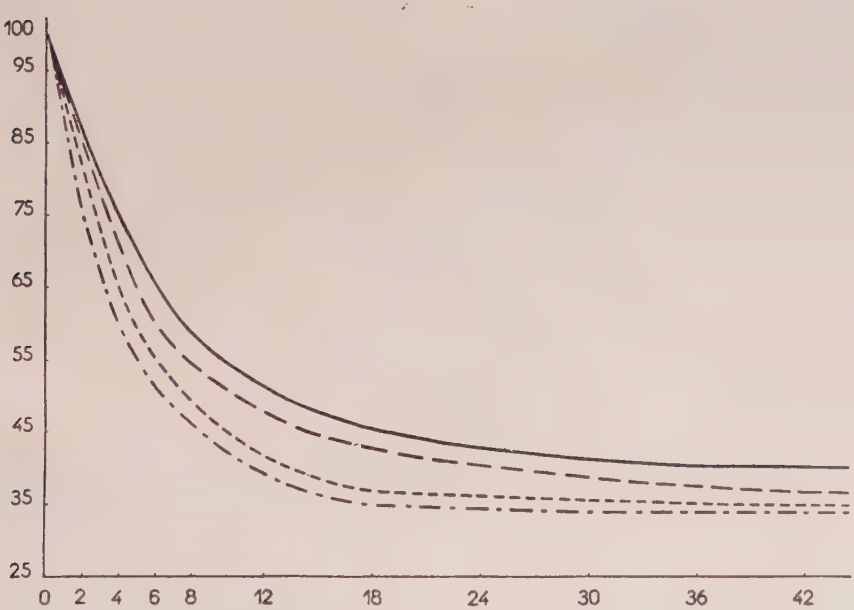

Fig. 7. — Représentation graphique de la dessiccation horaire des Fucacées en milieu à humidité relative de 66 maintenu à 20° C.

——————— *Pelvetia canaliculata.*
—— —— —— *F. platycarpus.*
— — — — — *F. vesiculosus.*
—— — —— — *F. serratus.*

pour le *Fucus vesiculosus*, 33,8 p. cent pour le *Fucus serratus*, sont d'autant plus élevés que l'algue vit plus haut, la différence de poids, entre le *Pelvetia canaliculata* et le *Fucus serratus*, est de 6,2 p. cent. Pendant les premières heures, les pertes d'eau sont assez faibles, ainsi au bout de 4 heures, le poids du *Pelvetia canaliculata* est 75 p. cent de son poids initial, celui du *Fucus platycarpus* 71 p. cent, celui du *Fucus vesiculosus* 65 p. cent et celui du *Fucus serratus* 60 p. cent ; en 4 heures, le *Fucus serratus* perd 15 p. cent d'eau de plus que le *Pelvetia canaliculata*. La comparaison des tableaux XII et XIV montre que pendant le même temps, la quantité de poids perdu, par chaque espèce, avant la stabilisation de son poids, est d'autant plus importante que l'humidité relative est plus faible, ainsi après 4 heures d'atmosphère à humidité relative de 66, le poids du *Pelvetia canaliculata* devient 75 p. cent de son poids initial, celui du *Fucus serratus* 60 p. cent, tandis qu'après 4 heures d'humidité relative de 79,5, le poids du *Pelvetia canaliculata* est de 89 p. cent, celui du *Fucus serratus* de 75 p. cent, ce qui montre, pour ces deux espèces, une différence de poids à peu près identique : 14 p. cent pour l'humidité relative la plus élevée, 15 p. cent pour l'humidité relative de 66. La valeur des poids stabilisés, pour les différentes espèces, est à peu près la même dans les deux cas. Donc, qu'il s'agisse d'humidité relative de 79,5 ou de 66, le *Pelvetia canaliculata* comme le *Fucus platycarpus* demande 42 heures pour atteindre un poids stable, égal à 40 p. cent du poids initial, pour le premier, et à 36,5 p. cent pour le deuxième. Ici encore, la quantité d'eau perdue, pendant les dernières heures, est faible: le *Pelvetia canaliculata* ainsi que le *Fucus platycarpus* abandonnent, pendant les 12 dernières heures d'expérimentation, le premier 2 p. cent d'eau et le second 2,5 p. cent. Le graphique établi à l'aide du tableau XIV, permet de déterminer les temps, exprimés en heures, nécessaires à la perte de 25 p. cent, 50 p. cent, 60 p. cent de poids, pour chaque espèce, en humidité relative de 66. Ces temps sont inscrits dans le tableau suivant :

PERTE DE POIDS DE :	*Pelvetia canaliculata*	*Fucus platycarpus*	*Fucus vesiculosus*	*Fucus serratus*
25 p. cent	4 h.	3 h. 1/2	2 h. 3/4	2 h.
50 p. cent	13 h.	10 h. 1/2	7 h. 3/4	6 h. 1/2
60 p. cent	38 h.	26 h.	13 h. 1/2	11 h. 1/2

Les Fucacées abandonnent donc d'autant plus rapidement 25 p. cent, puis 50 p. cent, puis 60 p. cent de poids, qu'elles vivent à un niveau plus bas (fig. 10 - B).

Les quantités d'eau perdue, par rapport à 100 d'eau à saturation, par les Fucacées placées en milieu à humidité relative de 66, maintenu à 20° C, sont indiquées dans le tableau suivant :

TABLEAU XV

Pourcentage de l'eau perdue par les Fucacées en milieu à humidité relative de 66 maintenu à 20° C.

Durée de dessiccation	1 h.	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	12 h.	18 h.	24 h.	30 h.	36 h.	42 h.
Pelvetia canaliculata	10,1	19,4	36,0	49,7	59,1	69,8	78,4	81,6	83,8	85,8	86,5
Fucus platycarpus	11,0	20,9	39,9	55,0	61,9	71,6	78,5	81,8	84	86,0	87,4
Fucus vesiculosus	14,9	25,8	47,6	60,3	68,8	79,0	85,8	86,7	87,8	88,2	88,2
Fucus serratus	20	32,6	53,3	64,5	71,3	80,5	86,6	87,2	88,3	88,3	88,3

Ce tableau montre que les algues étudiées se dessèchent en définitive assez lentement : le *Pelvetia canaliculata* ainsi que le *Fucus platycarpus*, en atmosphère à humidité relative de 66 maintenue à 20° C, c'est-à-dire dans les conditions voisines de celles rencontrées dans la nature, demandent 42 heures pour ne plus perdre d'eau, le *Fucus vesiculosus* 36 heures, le *Fucus serratus* 30 heures et les pertes les plus élevées qu'elles peuvent atteindre varient entre 86,5 p. cent pour le *Pelvetia canaliculata* et 88,3 p. cent pour le *Fucus serratus*.

Pendant la première heure, la perte d'eau est relativement importante, mais cependant variable pour toutes les espèces, car, si elle atteint 20 p. cent chez le *Fucus serratus*, elle n'est que de 10,1 p. cent chez le *Pelvetia canaliculata*, c'est-à-dire la moitié moins.

Puis cette perte augmente progressivement d'autant plus vite que l'espèce considérée vit à un niveau plus bas. Le graphique (fig. 8) construit d'après le tableau XV, permet de constater que pour perdre 50 p. cent de son eau, le *Pelvetia canaliculata* met 6 h. 5 mn., le *Fucus platycarpus* 5 h. 10 mn., le *Fucus vesiculosus* 4 h. 20 mn., et le *Fucus serratus* 3 h. 30 mn.

La comparaison entre les tableaux XIII et XV permet de dire que la perte d'eau pour les diverses Fucacées est plus importante et plus rapide pendant les premières heures, en humidité relative de 66 qu'en humidité relative de 79,5, mais qu'en fin de dessiccation, les quantités d'eau perdue sont sensiblement les mêmes pour les mêmes espèces.

3. — *Humidité relative de 54,7.*

Les résultats obtenus, en atmosphère à humidité relative de 54,7, nombre voisin des plus basses valeurs trouvées pendant l'été 1959 au niveau des Fucacées exondées, se résument dans le tableau XVI.

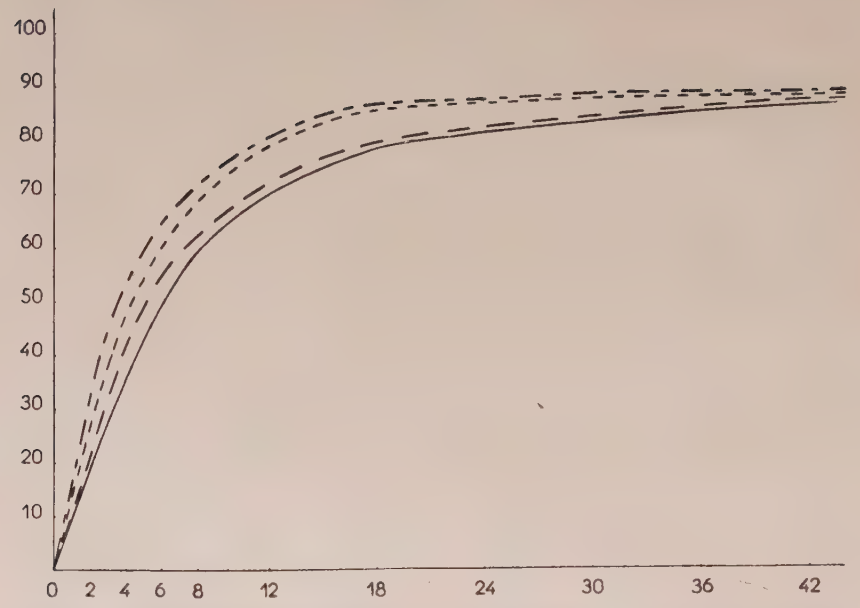

Fig. 8. — Représentation graphique du pourcentage de l'eau perdue horairement par les Fucacées, en milieu à humidité relative de 66 maintenu à 20° C.

——————— *Pelvetia canaliculata.*
— — — — — *F. platycarpus.*
— — — — — *F. vesiculosus.*
— · — · — · — *F. serratus.*

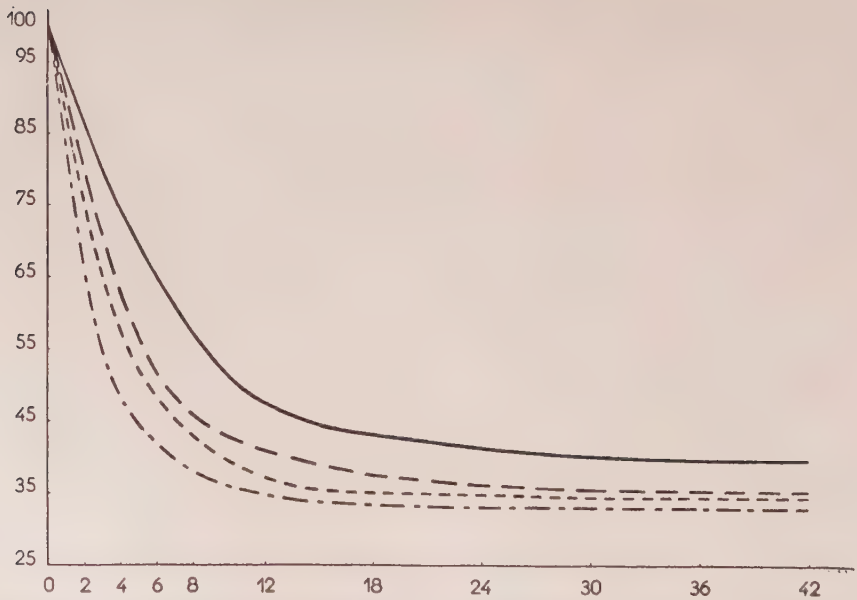

Fig. 9. — Représentation graphique de la dessiccation horaire des Fucacées en milieu à humidité relative de 54,7 maintenu à 20° C.

——————— *Pelvetia canaliculata.*
— — — — — *F. platycarpus.*
— — — — — *F. vesiculosus.*
— · — · — · — *F. serratus.*

TABLEAU XVI

Dessiccation des Fucacées en milieu à humidité relative de 54,7 maintenu à 20° C. Les nombres correspondent au poids de l'échantillon rapporté à 100 grammes d'algue fraîche.

Durée de dessiccation	1 h.	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	12 h.	18 h.	24 h.	30 h.	36 h.	42 h.
Pelvetia canaliculata	92	86	74,6	65	57,2	47,6	43,3	41,6	40	39,4	39,4
Fucus platycarpus	89	79	63	52	46	41	37,5	36	35	35	35
Fucus vesiculosus	87	76	58	49	43,3	37,3	35,3	35	34,6	34,6	34,6
Fucus serratus	82	66	48,3	42	38	35	33,5	33	33	33	33

En humidité relative de 54,7, les algues se dessèchent plus rapidement que dans les milieux étudiés ci-dessus. Le *Pelvetia canaliculata* en 36 heures stabilise son poids, le *Fucus platycarpus* en 30 heures, le *Fucus vesiculosus* en 30 heures, et le *Fucus serratus* en 24 heures. Les poids atteints : 39,4 p. cent du poids initial pour le *Pelvetia canaliculata,* 35 p. cent pour le *Fucus platycarpus,* 34,6 p. cent pour le *Fucus vesiculosus,* 33 p. cent pour le *Fucus serratus,* sont d'autant plus élevés que l'algue vit plus haut. En fin d'expérience, le *Fucus serratus* a perdu 6,4 p. cent de poids de plus que le *Pelvetia canaliculata.*

Pendant les premières heures, la dessiccation assez faible chez le *Pelvetia canaliculata* est, par contre, intense chez le *Fucus serratus ;* après 4 heures, le poids du *Pelvetia canaliculata* atteint les 74,6 p. cent de son poids initial, celui du *Fucus platycarpus* 63 p. cent, celui du *Fucus vesiculosus* 58 p. cent et celui du *Fucus serratus* 48,3 p. cent, ce qui montre entre le *Pelvetia canaliculata* et le *Fucus serratus* une différence de 26,3 p. cent. La comparaison des tableaux XII, XIV et XVI fait apparaître que, pendant le même temps, la quantité de poids perdu par chaque espèce, est d'autant plus importante que l'humidité relative est plus faible.

Par rapport aux chiffres obtenus dans les expériences précédentes, les poids stabilisés, des quatre Fucacées étudiées, en milieu à humidité relative de 54,7, atteignent des valeurs légèrement plus faibles.

Le graphique (fig. 9) représente le tableau XVI.

Ce graphique permet de déterminer les temps, exprimés en heures, nécessaires à la perte de 25 p. cent, 50 p. cent, 60 p. cent d'eau pour chaque espèce ; ceux-ci sont donnés dans le tableau suivant.

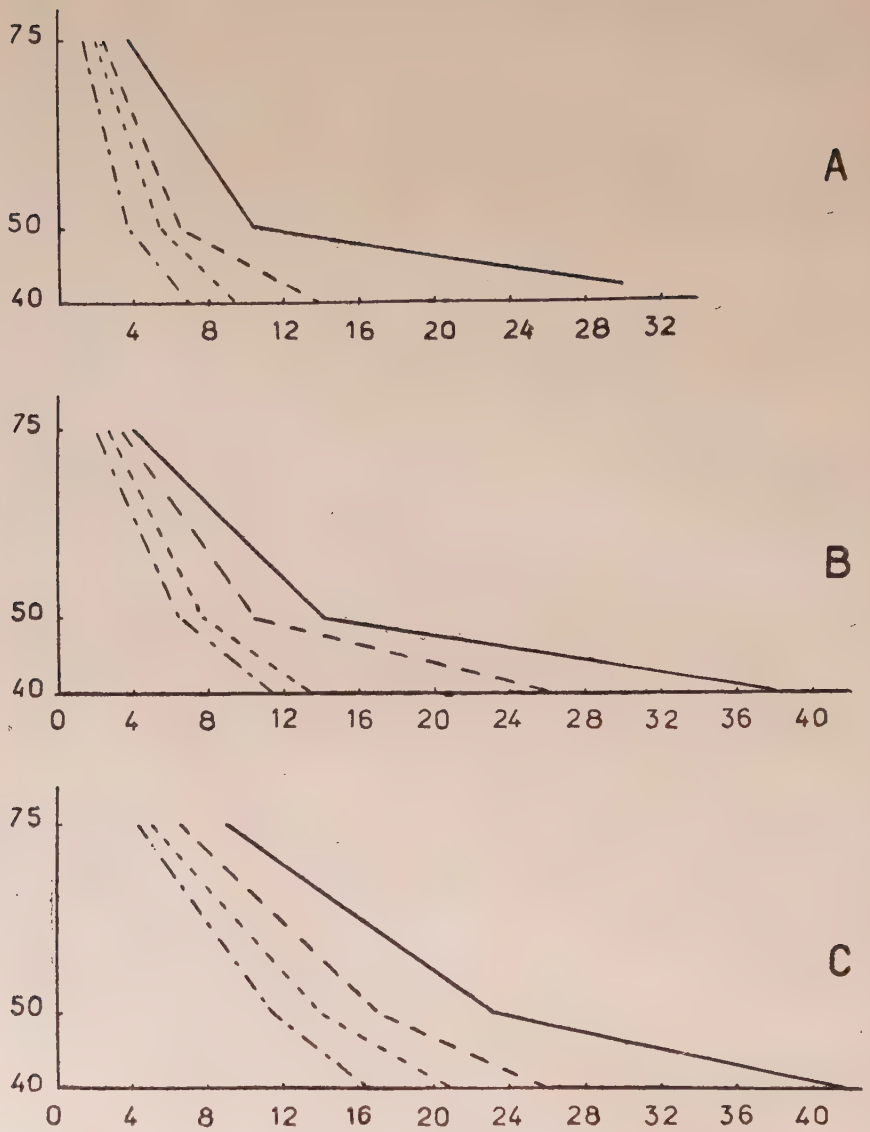

Fig. 10. — Temps exprimés en heures nécessaires à la perte de 25 %, 50 %, 60 % de poids pour chaque espèce.
A : humidité relative de 54,7.
B : humidité relative de 66.
C : humidité relative de 79,5.
———————— *Pelvetia canaliculata.*
—— —— —— *F. platycarpus.*
— — — — — *F. vesiculosus.*
— - — - — - — *F. serratus.*

PERTE D'EAU DE :	*Pelvetia canaliculata*	*Fucus platycarpus*	*Fucus vesiculosus*	*Fucus serratus*
25 p. cent	3 h. 3/4	2 h. 1/2	2 h.	1 h. 1/2
50 p. cent	10 h. 1/2	6 h. 1/2	5 h. 1/2	3 h. 3/4
60 p. cent	ne perd que 58 p. cent en 30 heures.	14 h.	9 h. 1/2	7 h.

Ce tableau montre ici encore que les Fucacées considérées perdent d'autant plus facilement 25 p. cent, puis 50 p. cent, puis 60 p. cent de poids qu'elles vivent à un niveau plus bas (fig. 10 - A).

La comparaison des durées nécessaires à la perte de 25 p. cent, 50 p. cent, 60 p. cent de poids en fonction de l'humidité relative, prouve qu'une algue perd d'autant plus rapidement son eau que l'atmosphère qui l'entoure est plus desséchante et que son niveau bionomique est plus bas.

En résumé, quelle que soit la valeur de l'humidité relative, chaque espèce étudiée perd, en définitive, dans les trois cas, à peu près la même quantité de poids, ceci pendant la durée nécessaire pour atteindre le moment où le poids ne varie plus, 42 heures pour les unes, 24 heures pour les autres. Mais pendant un temps plus court, 8 heures par exemple, durée de l'exondation du *Fucus serratus* en période de vive-eau, la dessiccation est très variable suivant l'humidité relative considérée : ainsi, le *Fucus serratus* perd 40 p. cent de son poids pour une humidité relative de 79,5, 53,5 p. cent pour une humidité de 66 et 62 p. cent pour une humidité de 54,7.

TABLEAU XVII

Pourcentage de l'eau perdue par les Fucacées en milieu à humidité relative de 54,7 maintenu à 20° C.

Durée de dessiccation	1 h.	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	12 h.	18 h.	24 h.	30 h.	36 h.	42 h.
Pelvetia canaliculata	11,5	20,2	36,6	50,5	61,7	75,6	81,8	84,2	86,5	87,4	87,4
Fucus platycarpus	15,1	28,9	50,9	66,1	74,3	81,2	86,0	88,1	88,1	88,1	88,1
Fucus vesiculosus	17,7	32,6	57,2	69,4	77,2	85,4	88,1	88,8	89,1	89,1	89,1
Fucus serratus	24	45,3	68,9	77,3	82,6	86,6	88,6	89,3	89,3	89,3	89,3

On peut donc en conclure que la perte de poids par émersion dépend, cette fois surtout, de la valeur de l'humidité relative.

Les quantités d'eau perdue, par rapport à 100 d'eau à saturation, pour les Fucacées placées en milieu à humidité relative de 54,7, maintenu à 20° C, sont mentionnées dans le tableau XVII.

Ce tableau illustré par le graphique (fig. 11) montre que les différentes Fucacées, dans ces conditions, perdent leur eau assez rapidement, surtout pendant les premières heures ; au bout de deux heures, le *Fucus serratus* a abandonné 45,3 p. cent de son eau et le *Pelvetia canaliculata* 20,2 p. cent. Les pertes d'eau définitives sont supérieures de 1 p. cent environ à celles obtenues lors des expériences précédentes.

La comparaison des tableaux XIII, XV et XVII indiquant les pertes d'eau, en fonction des humidités relatives de 79,5, de 66, de 54,7 qui correspondent à des valeurs compatibles avec les conditions naturelles, permet les conclusions suivantes : une espèce perd d'autant plus rapidement son eau que son niveau bionomique est plus bas et que l'atmosphère est plus sèche. Les pertes d'eau définitives sont très voisines, sinon égales, pour une même espèce, quelle que soit l'humidité relative, et varient peu entre elles pour les diverses espèces, quelle que soit l'humidité relative considérée.

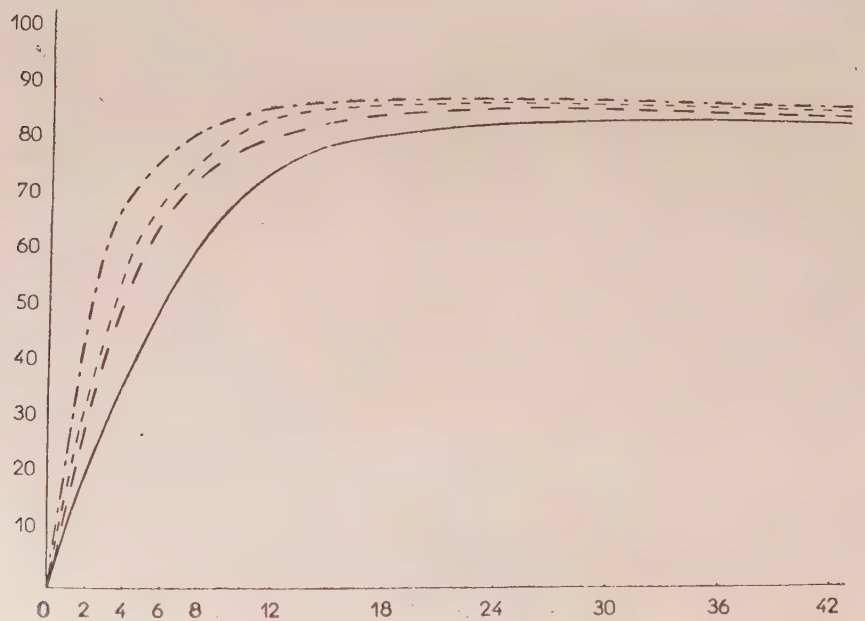

Fig. 11. — Représentation graphique du pourcentage de l'eau perdue horairement par les Fucacées, en milieu à humidité relative de 54,7 maintenu à 20° C.

——————— *Pelvetia canaliculata.*
—— —— —— *F. platycarpus.*
— — — — — *F. vesiculosus.*
— - — - — - — *F. serratus.*

4. — *Humidité relative de 32,3.*

Les résultats obtenus, en atmosphère à humidité relative de 32,3, atmosphère très déshydratante, maintenue à 20° C, se résument dans le tableau XVIII, qui est représenté par le graphique de la figure 12.

TABLEAU XVIII

Dessiccation des Fucacées en milieu à humidité relative de 32,3 maintenu à 20° C. Les nombres correspondent au poids de l'échantillon rapporté à 100 grammes d'algue fraîche.

Durée de dessiccation	1 h.	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	12 h.	18 h.	24 h.	30 h.
Pelvetia canaliculata	89,5	77,5	61,7	54	49	43	38,3	37	36,7
Fucus platycarpus	85,3	72	55	46	41,5	37	34,5	33,7	33,7
Fucus vesiculosus	80	62	32	29	28,7	28,4	28	28	28
Fucus serratus	77	56	32	30,3	29,7	29,3	29,3	29,3	29,3

Les algues se dessèchent très rapidement et les poids se stabilisent, pour chaque espèce, à une valeur plus faible que celles obtenues en milieu moins sec ; ainsi, le *Pelvetia canaliculata* demande 28 heures pour atteindre un poids égal à 36,7 p. cent du poids initial, le *Fucus platycarpus* 24 heures pour 33,7 p. cent, le *Fucus vesiculosus* 18 heures pour 28 p. cent et le *Fucus serratus* 12 heures pour 29,3 p. cent. Le *Pelvetia canaliculata* et le *Fucus platycarpus* perdent leur eau assez rapidement, mais progressivement, pendant les premières heures, tandis que le *Fucus vesiculosus* et le *Fucus serratus* l'abandonnent très brusquement. En effet, après 4 heures, leurs poids sont de 32 p. cent, valeur non atteinte, après 42 heures d'expérimentation, en humidité relative de 54,7. L'examen microscopique de coupes faites, sur ces deux espèces, après 4 heures de dessiccation en humidité relative de 32,3, après coloration au rouge neutre, permet de constater que les cellules sont mortes. La perte brutale de poids entraîne donc la mort de ces deux espèces, tandis que le *Pelvetia canaliculata* et le *Fucus platycarpus*, qui se déshydratent plus lentement, ne sont pas lésés, et ici encore, le *Fucus platycarpus* perd davantage de poids que le *Pelvetia canaliculata.*

Les pertes d'eau, calculées par rapport à 100 d'eau à saturation, par les Fucacées placées en atmosphère à humidité relative de 32,3 maintenue à 20° C, sont indiquées dans le tableau suivant qu'illustre la figure 13.

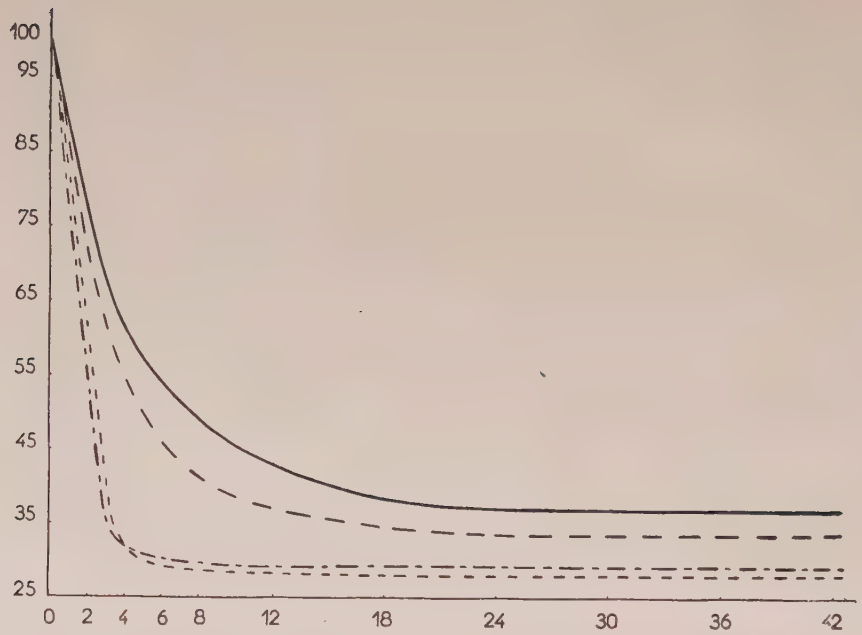

Fig. 12. — Représentation graphique de la dessiccation horaire des Fucacées, en milieu à humidité relative de 32,3 maintenu à 20° C.
——————— *Pelvetia canaliculata.*
—— — —— *F. platycarpus.*
— — — — — *F. vesiculosus.*
— - — - — - — *F. serratus.*

TABLEAU XIX

Pourcentage de l'eau perdue par les Fucacées en milieu à humidité relative de 32,3 maintenu à 20° C.

Durée de dessiccation	1 h.	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	12 h.	18 h.	24 h.	30 h.
Pelvetia canaliculata	15,1	32,4	55,2	66,3	73,5	82,2	89,0	90,9	91,3
Fucus platycarpus	20,2	38,5	69,1	75,7	80,5	86,7	90,2	91,4	91,4
Fucus vesiculosus	27,2	51,7	92,6	96,7	97,1	97,5	98	98	98
Fucus serratus	30,6	58,6	90,6	92,9	93,7	94,2	94,2	94,2	94,2

Les pertes d'eau deviennent rapides dans de telles conditions, en particulier pour les Fucacées des niveaux inférieurs, qui après 4 heures de dessiccation, perdent plus de 90 p. cent de leur eau, perte tellement rapide et brutale qu'elle entraîne la mort de ces deux espèces, tandis que le *Pelvetia canaliculata* et le *Fucus platycarpus* ne semblent pas lésés.

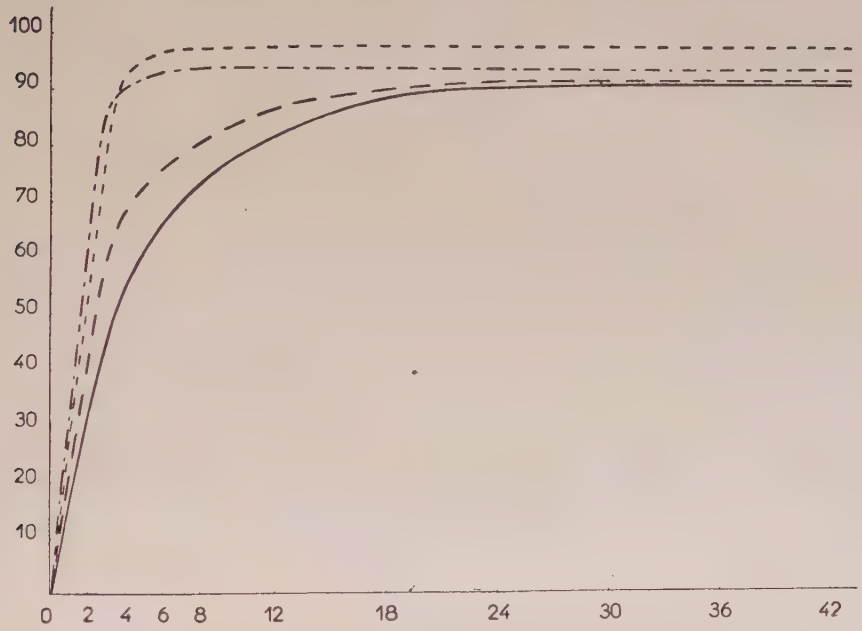

Fig. 13. — Représentation graphique du pourcentage de l'eau perdue horairement par les Fucacées, en milieu à humidité relative de 32,3 maintenu à 20° C.

———————— *Pelvetia canaliculata.*
—— —— —— *F. platycarpus.*
— — — — — *F. vesiculosus.*
— - — - — - — *F. serratus.*

5. — *Humidité relative de 20.*

Les résultats de la dessiccation en milieu à humidité relative de 20, qui constitue une atmosphère très dessèchante, jamais atteinte au niveau des rochers recouverts de Fucacées, sont exposés dans le tableau XX, qui est représenté par le graphique de la figure 14.

La perte de poids est encore plus rapide qu'en humidité relative 32,3, ainsi après 4 heures d'expérimentation, le poids du *Pelvetia canaliculata* est de 42 p. cent, ceux du *Fucus platycarpus* et du *Fucus vesiculosus* 31,8 p. cent, celui du *Fucus serratus* 30,5 p. cent.

L'étude microscopique a permis de constater, qu'après 4 heures de dessèchement brutal, les Fucus étaient lésés dans leur organisation cellulaire, seul le *Pelvetia canaliculata* ne semblait pas touché. De toutes les Fucacées, le *Pelvetia canaliculata* paraît être le seul à pouvoir supporter, expérimentalement, une dessiccation extrêmement rapide.

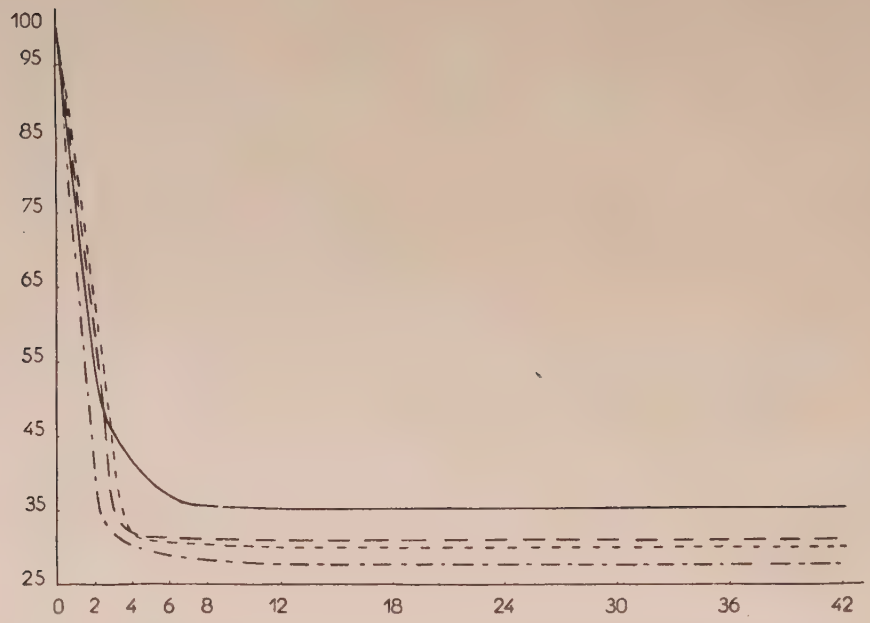

Fig. 14. — Représentation graphique de la dessiccation horaire des Fucacées en milieu à humidité relative de 20 maintenu à 20° C.
———————— *Pelvetia canaliculata.*
—— —— —— *F. platycarpus.*
— — — — — *F. vesiculosus.*
— - — - — - — *F. serratus.*

TABLEAU XX

Dessiccation des Fucacées en milieu à humidité relative de 20 maintenu à 20° C. Les nombres correspondent au poids de l'échantillon rapporté à 100 grammes d'algue fraîche.

Durée de dessiccation	1 h.	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	12 h.	18 h.
Pelvetia canaliculata	77	53,7	42	37	35,7	35,3	35,3
Fucus platycarpus	75	59	31,8	31,5	31,2	31	31
Fucus vesiculosus	79	62	31,8	31	30,5	30	30
Fucus serratus	69	41,7	30,5	29	28,5	27,7	27,7

Les quantités d'eau perdue, par rapport à 100 d'eau à saturation, par les différentes Fucacées, soumises à une dessiccation en milieu à humidité relative de 20 maintenu à 20° C, sont indiquées dans le tableau XXI, représenté par la figure 15.

Cette dessiccation, plus rapide encore que la précédente, entraîne, après 4 heures, une perte d'eau supérieure à 92 p. cent pour tous les Fucus considérés, et égale à 83,6 p. cent pour le *Pelvetia canaliculata.*

La dessiccation pendant 4 heures dans de telles conditions paraît léthale pour les Fucus, alors que le *Pelvetia canaliculata* semble la supporter ; au-delà de cette durée, les sujets étant détériorés, la déshydratation ne peut être considérée.

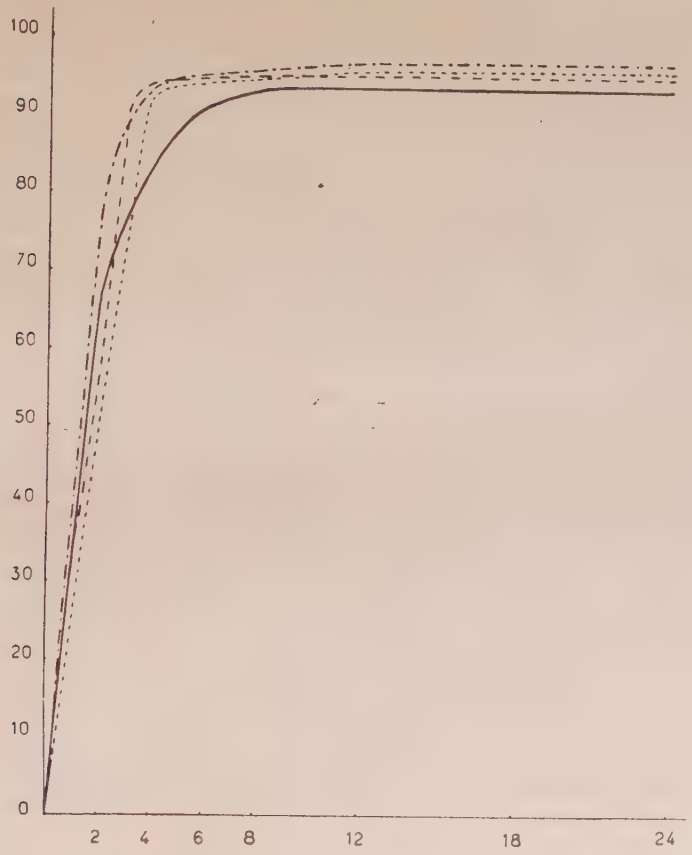

Fig. 15. — Représentation graphique du pourcentage de l'eau perdue horairement par les Fucacées, en milieu à humidité relative de 20 maintenu à 20° C.

———————— *Pelvetia canaliculata.*
—— —— —— *F. platycarpus.*
— — — — — *F. vesiculosus.*
— - — - — - — *F. serratus.*

TABLEAU XXI

Pourcentage de l'eau perdue par les Fucacées en milieu à humidité relative de 20 maintenu à 20° C.

Durée de dessiccation	1 h.	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	12 h.	18 h.
Pelvetia canaliculata	33,2	66,8	83,6	90,9	92,7	93,4	93,4
Fucus platycarpus	34,4	56,4	93,9	94,3	94,7	95	95
Fucus vesiculosus	28,6	51,8	92,9	94,0	94,6	95,4	95,4
Fucus serratus	41,3	77,7	92,6	94,6	95,3	96,4	96,4

En conclusion, l'étude expérimentale des milieux à humidité relative variable et à température constante a permis de constater que la distribution des Fucacées est en relation avec leur pouvoir de rétention d'eau, autrement dit, l'algue qui perd le moins d'eau est celle qui peut vivre le plus haut. Mais ce qui importe avant tout de considérer, c'est la vitesse de dessiccation, surtout pendant les premières heures, car l'expérience prouve qu'une algue perdant trop rapidement son eau, ne peut subsister.

L'étude de la dessiccation à humidité relative variable, faite d'abord en tenant compte uniquement des variations de poids, a été reprise en déterminant à la fois la surface et le poids des échantillons de Fucacées considérés avant et après la dessiccation expérimentale. Suivant les Fucacées, deux méthodes ont été employées pour évaluer la surface totale ; celle du *Pelvetia canaliculata* a été calculée en utilisant la surface latérale du cylindre, tandis que celle des Fucus a été déterminée par la méthode des calques : l'échantillon est calqué sur du papier transparent assez fort, le calque ainsi obtenu est pesé avec précision. Connaissant le poids de 1 cm carré du papier utilisé, la surface exprimée en cm carrés peut être calculée pour une face, ce nombre sera doublé car les 2 faces du Fucus sont soumises à la dessiccation expérimentale. Les surfaces totales S ainsi obtenues, pour les différentes humidités relatives, lorsque le poids ne varie plus, sont rapportées à 100 cm carrés de surface initiale.

Le tableau XXII donne pour les Fucacées étudiées, la valeur de la surface S, du poids définitif P, de l'eau perdue E par rapport à 100 d'eau à saturation, en fonction des différentes humidités relatives, pour une durée de dessiccation de 12 heures.

La lecture du tableau XXII permet de constater que :

1. — La diminution de surface après dessiccation est très importante, ainsi la surface du *Pelvetia canaliculata,* pour une humidité relative de 20, devient les 41 p. cent de sa surface initiale, autrement dit elle a diminué de 59 p. cent et celle du *Fucus serratus* a diminué de 49 p. cent.

TABLEAU XXII

Surface, poids définitifs et eau perdue par les Fucacées étudiées par rapport à 100 d'eau à saturation, en fonction des différentes humidités relatives pour une durée de dessiccation de 12 heures.

Humidité relative de :		20 p. cent	32 p. cent	54,7 p. cent	66 p. cent	79,5 p. cent
Pelvetia canaliculata	S =	41	42	43	45	45
	P =	35,3	36,7	39,4	40	40
	E =	93,4	91,3	87,1	86,5	86,5
Fucus platycarpus	S =	48	50	51	52	52
	P =	31	33,7	35	36,5	36,5
	E =	95	91,4	88,1	87,4	87,4
Fucus vesiculosus	S =	49	50	51	52	52
	P =	30	28	34,6	35	35,4
	E =	95,4	98	89,1	88,2	87,9
Fucus serratus	S =	51	52	53	53	53
	P =	27,7	29,3	33	34	34,1
	E =	96,4	94,2	89,3	88,3	88

2. — Les algues qui, par dessiccation, perdent le moins de poids, diminuent le plus de surface.

Ainsi, quelle que soit l'humidité relative, lorsque le poids est stabilisé, la surface du *Pelvetia canaliculata* a toujours diminué davantage que celle du *Fucus serratus ;* cette différence varie entre 8 et 10 p. cent.

3. — Quelle que soit la Fucacée considérée, la diminution de surface varie dans le même sens que l'humidité relative, sans que toutefois les variations soient très importantes : 4 p. cent entre les humidités relatives de 20 et de 79,5 pour le *Pelvetia canaliculata* et le *Fucus platycarpus,* 3 p. cent pour le *Fucus vesiculosus,* 2 p. cent pour le *Fucus serratus.*

4. — Du point de vue de la diminution des surfaces, le *Fucus platycarpus* et le *Fucus vesiculosus* se comportent de façon identique.

5. — D'après le tableau XXII, les algues qui perdent le plus d'eau, pour un état hygrométrique donné, sont celles dont la surface diminue le moins.

6. — Les différences de variation de perte d'eau, en fonction de l'humidité relative entre les diverses Fucacées sont peu sensibles, tandis que les variations de surface apparaissent plus importantes : par exemple, entre le *Pelvetia canaliculata* et le *Fucus serratus,* elles sont comprises entre 1,5 p. cent et 3 p. cent, pour les différentes humidités relatives étudiées, tandis que les surfaces varient entre 8 et 10 p. cent.

Si l'on considère deux échantillons entiers, cueillis lorsque la mer les découvre, de même poids (2 gr. 75 par exemple), l'un de *Pelvetia*

canaliculata, l'autre de *Fucus serratus*, on constate que les surfaces ne sont pas égales :

Pelvetia canaliculata .. S = 140 cm²
Fucus serratus ..... S = 115 cm²

Donc à poids égaux la surface du *Pelvetia canaliculata* est plus grande que celle du *Fucus serratus* et le rapport des surfaces est de $\frac{140}{115}$.

D'après le tableau ci-dessus, pour une humidité relative de 20, la surface du *Pelvetia canaliculata*, après dessiccation, est les 41 p. cent de sa surface initiale, si le rapport des surfaces, malgré la dessiccation, reste le même, la surface du *Fucus serratus* devrait être de $41 \times \frac{140}{115} = 50$, or, expérimentalement, nous avons trouvé le nombre très voisin de 51 p. cent, ce qui prouverait que les variations de surface, quelles que soient les Fucacées considérées, sont du même ordre et restent dans le rapport initial.

B. — *Perte d'eau en milieu à état hygrométrique constant et à température variable.*

Pour cette étude, l'humidité relative de 66 et les températures de 14° C, 20° C et 30° C, ont été choisies, parce qu'elles se rapprochent le plus des conditions normales.

Pratiquement la déshydratation a été poursuivie comme précédemment. Pour obtenir la température de 14° C, le bocal a été maintenu dans de l'eau à 14° C ; pour la température de 30° C, le bocal a été placé dans une petite étuve à gaz, munie d'une cheminée par où passe le fil de nylon qui suspend l'algue à étudier à l'intérieur du récipient. La dessiccation des échantillons de Fucacées de poids semblables a été étudiée dans des milieux, à humidité relative de 66, où la température a été maintenue à 14° C pour le premier, à 20° C pour le second et à 30° C pour le troisième.

Les résultats obtenus, avec le *Pelvetia canaliculata*, se résument dans le tableau XXIII.

TABLEAU XXIII

Pourcentage de l'eau perdue par le *Fucus platycarpus* en milieux à 14° C, humidité relative de 66. Les nombres correspondent au poids de l'échantillon rapporté à 100 grammes d'algue fraîche.

	1 h.	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	12 h.	18 h.	24 h.	30 h.	36 h.	42 h.	48 h.
14°	95,3	92	84	77	71	62	52,7	46	41	38,5	36	35,5
20°	93	86,5	75	66,5	59	51,6	45,6	43	41,5	40,2	40	40
30°	90	82	68	55,7	47,8	39	32,8	31,3	31,3	31,3	31,3	31,3

Ce tableau montre que la perte de poids est d'autant plus rapide que la température est plus élevée. Ainsi, pour stabiliser son poids, le *Pelvetia canaliculata* demande 48 heures à 14° C, 40 heures à 20° C et 24 heures à 30° C.

En atmosphère à 14° C, la perte de poids est très lente. En effet, au bout de 12 heures, le poids du *Pelvetia canaliculata* devient 62 p. cent de son poids initial ; mais, pendant le même temps, à 30° C, il n'atteint que 39 p. cent.

Quelle que soit la durée de la dessiccation, le *Pelvetia canaliculata* perd toujours, pendant le même temps, plus de poids à 30° C qu'à 20° C. Cette différence faible, au bout de la première heure, car elle n'atteint que 3 p. cent, augmente progressivement jusqu'à la 18e heure d'expérimentation, où elle atteint 12,8 p. cent, pour diminuer ensuite et devenir 8,7 p. cent après 42 heures.

Ce tableau nous montre aussi qu'après 30 heures de dessiccation, le *Pelvetia canaliculata* perd moins de poids à 20° C qu'à 14° C. Nous touchons, sans doute, ici à un problème de physiologie qui laisse supposer que deux phénomènes se superposent : le premier est l'augmentation de la perte d'eau avec la température, le deuxième est la diminution de cette perte par l'effet du pouvoir de rétention.

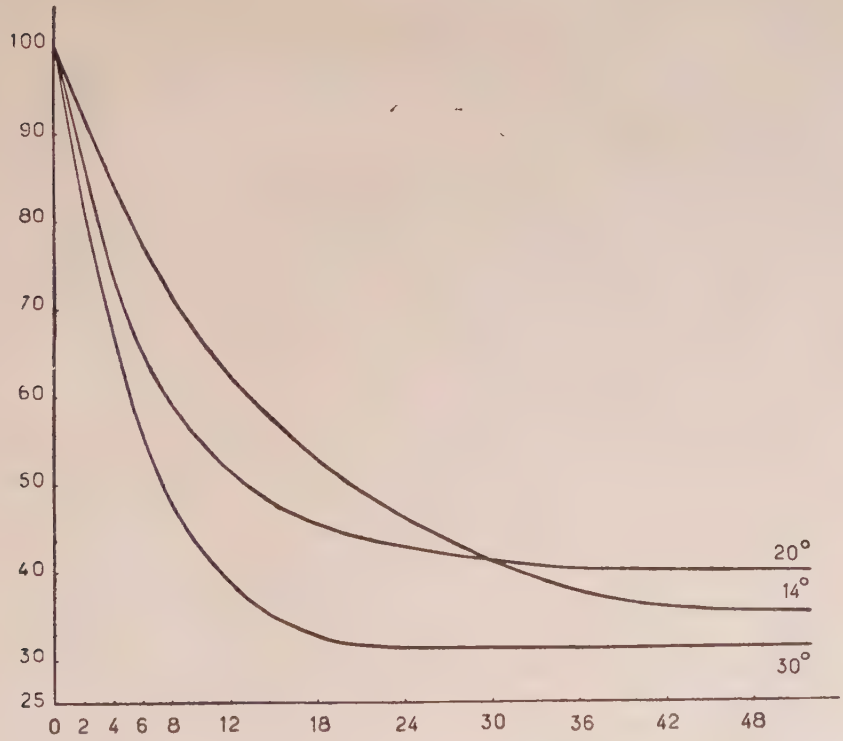

Fig. 16. — Représentation graphique de la dessiccation horaire du *Pelvetia canaliculata* en milieux à 14° C, 20° C, 30° C et à humidité relative de 66.

On peut penser que des phénomènes d'hydrolyse interviennent, en effet, si la quantité de substances dissoutes augmente, la tension de vapeur devient plus faible et l'évaporation se trouve diminuée.

A 20° C, où il reste en définitive plus d'eau qu'à 14° C, se produirait cette hydrolyse, l'eau serait plus liée et la rétention plus forte.

A 30° C, l'influence de la température est importante et l'on peut penser qu'elle exagère la perte d'eau dans les premières heures et perturbe ainsi le métabolisme en défavorisant l'hydrolyse.

Le graphique (fig. 16) illustre le tableau XXIII et permet de définir le temps nécessaire pour que le *Pelvetia canaliculata* atteigne 75 p. cent de son poids initial, puis 50 p. cent, puis 40 p. cent, en fonction des températures.

Pour que le poids devienne 50 p. cent du poids initial, il faut 7 heures 1/2 à 30° C, 13 heures à 20° C et 20 heures à 14° C (voir graphique fig. 17).

Les quantités d'eau perdue, par rapport à 100 d'eau à saturation, sachant que l'eau contenue à saturation chez le *Pelvetia canaliculata* est de 69,3 p. cent en moyenne pour les mois de juillet et d'août, et de 70 p. cent en septembre, dates où ont été faites les déshydratations à 14° C et à 30° C, sont indiquées dans le tableau XXIV.

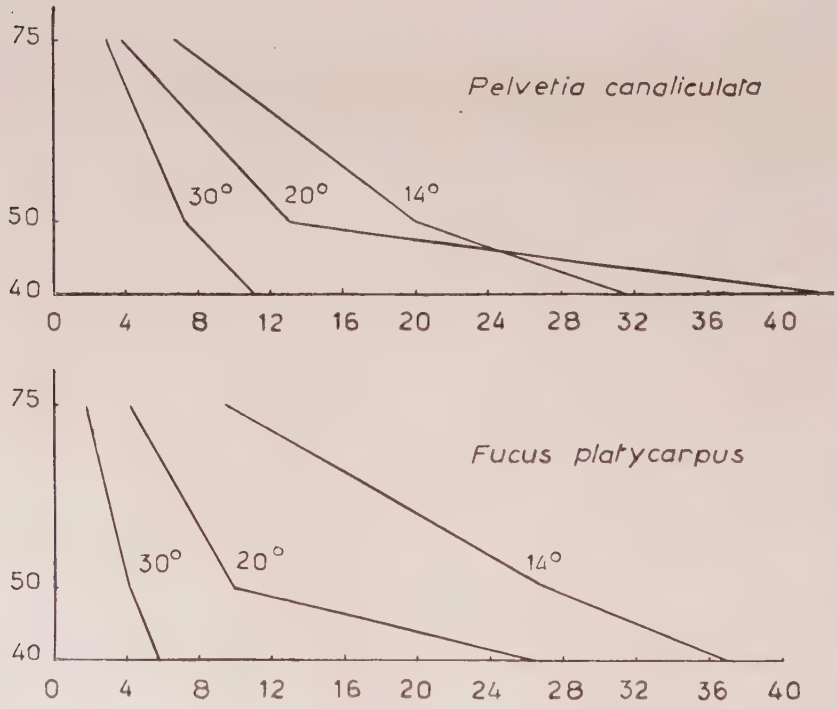

Fig. 17. — Temps exprimés en heures nécessaires à la perte de 25 %, 50 %, 60 % du poids du *Pelvetia canaliculata* et du *Fucus platycarpus*, en fonction des températures de 14° C, 20° C, 30° C, pour une humidité relative de 66.

TABLEAU XXIV

Pourcentage d'eau perdue par le *Pelvetia canaliculata* en milieux à 14° C, 20° C, 30° C, et à humidité relative de 66.

	1 h.	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	12 h.	18 h.	24 h.	30 h.	36 h.	42 h.	48 h.
14°	6,7	11,4	22,8	32,8	41,4	54,2	67,5	77,1	84,2	87,8	91,4	92,1
20°	10,1	19,4	36	49,7	59,1	69,8	78,4	81,6	83,8	85,8	86,5	86,5
30°	14,2	25,7	45,7	63,2	74,5	87,1	96	98,1	98,1	98,1	98,1	98,1

Ce tableau montre que la perte d'eau est beaucoup plus rapide à 30° C qu'à 14° C puisqu'elle atteint, après 8 heures de dessication 74,5 p. cent dans le premier cas et, seulement, 41,4 p. cent dans le second.

Pour le *Pelvetia canaliculata,* pendant les quatre premières heures, la perte d'eau à 30° C est environ le double de la perte d'eau à 14° C, et entre 12 et 18 heures, cette dessiccation devient mortelle.

Les résultats obtenus, avec le *Fucus platycarpus,* se résument dans le tableau XXV.

TABLEAU XXV

Dessiccation du *Fucus platycarpus* en milieu à 14° C, 20° C, 30° C, et à humidité relative de 66.

	1 h.	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	12 h.	18 h.	24 h.	30 h.	36 h.	45 h.	48 h.
14°	95	91	85,5	81	77,5	70,5	61,3	53,5	46,7	41	36	34
20°	92	84,8	71	60	55	48	43	40,6	39	37,5	36,5	36,5
30°	85,5	74	52	39	34,5	30,3	28,3	28	28	28	28	28

Ici encore, la perte de poids est d'autant plus rapide que la température est plus élevée. Le *Fucus platycarpus,* pour stabiliser son poids, demande 50 heures à 14° C, 42 heures à 20° C et 24 heures à 30° C.

Quelle que soit la durée de la dessiccation, le *Fucus platycarpus* perd toujours, pendant le même temps, plus d'eau à 30° C qu'à 20° C.

La comparaison des tableaux XXIII et XXV montre que, pour une même température, le *Fucus platycarpus* perd toujours, pendant le même temps, plus de poids que le *Pelvetia canaliculata.*

Le graphique (fig. 18) tracé d'après le tableau XXV permet de déterminer le temps nécessaire pour que le poids du *Fucus platycarpus* devienne 75 p. cent, puis 50 p. cent, puis 40 p. cent de son poids initial. Pour que le poids diminue de 50 p. cent, il faut 4 heures 1/4 à 30° C, 10 heures 3/4 à 20° C et 27 heures à 14° C (voir graphique 17). Donc à

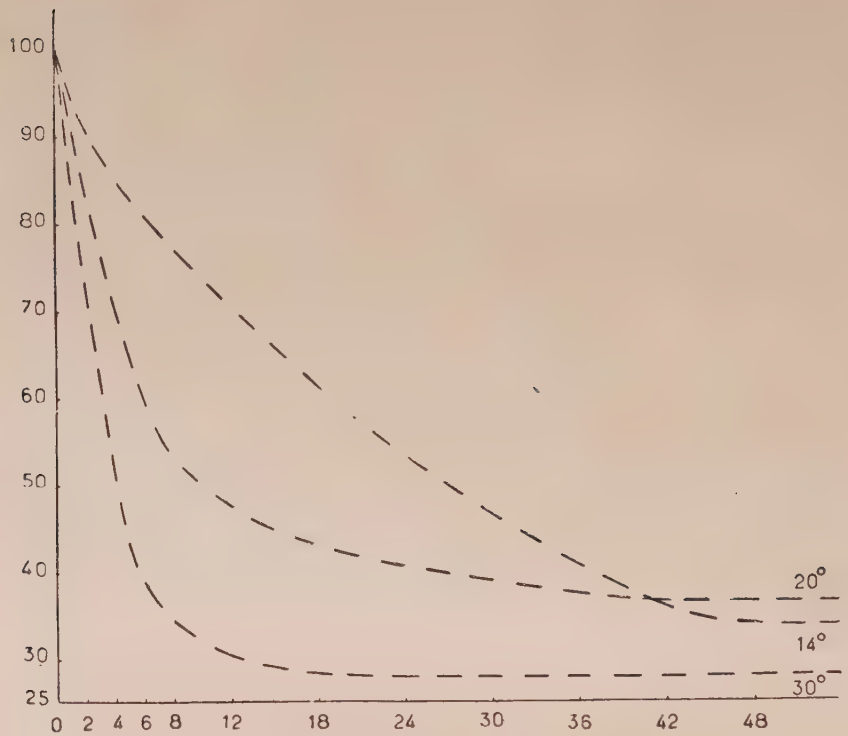

Fig. 18. — Représentation graphique de la dessiccation horaire du *Fucus platycarpus* en milieux à 14° C, 20° C, 30° C et à humidité relative de 66.

30° C ainsi qu'à 20° C, il faut plus de temps au *Pelvetia canaliculata* qu'au *Fucus platycarpus* pour perdre la même quantité de poids.

Les quantités d'eau perdue, par rapport à 100 d'eau à saturation, calculées en tenant compte de la teneur en eau à saturation du *Fucus platycarpus* qui, au mois de septembre où fut étudiée la dessiccation à 14° C et à 30° C, était égale à 73,3 p. cent, se trouvent mentionnées dans le tableau suivant.

TABLEAU XXVI

Pourcentage de l'eau perdue par le *Fucus platycarpus* en milieux à 14° C, 20° C, 30° C et à humidité relative de 66.

	1 h.	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	12 h.	18 h.	24 h.	30 h.	36 h.	42 h.	48 h.
14°	6,8	12,2	19,7	25,9	30,7	40,2	52,7	63,4	72,7	80,4	87,3	90
20°	11,0	20,9	39,9	55,0	61,9	71,6	78,5	81,8	84	86	87,4	87,4
30°	19,7	35,4	65,4	83,2	89,3	95,0	97,8	98,2	98,2	98,2	98,2	98,2

La perte d'eau du *Fucus platycarpus* est beaucoup plus rapide à 30° C qu'à 14° C et, jusqu'à la huitième heure d'expérimentation où elle atteint 89,3 p. cent à 30° C, les valeurs obtenues sont environ 3 fois plus élevées à 30° C qu'à 14° C.

La comparaison des tableaux XXV et XXVI permet de constater que : pendant le même temps, quelle que soit la température, le *Fucus platycarpus* perd toujours davantage d'eau que le *Pelvetia canaliculata.*

Les différences, entre les quantités d'eau perdue pendant les premières heures à 14° C et à 30° C, varient du simple au double pour le *Pelvetia canaliculata* et du simple au triple pour le *Fucus platycarpus ;* le *Fucus platycarpus,* du point de vue de la dessiccation, est donc plus sensible aux variations de température que le *Pelvetia canaliculata.*

En conclusion, les Fucacées perdent d'autant plus d'eau que la température du milieu qui les entoure est plus élevée, et pour une même température, une algue abandonne, pendant le même temps, d'autant plus d'eau que son niveau bionomique est plus bas.

C. — *Perte d'eau en milieu à intensité de vent variable et à température constante.*

Une hotte soufflante électrique est adaptée à la petite base d'un tronc de pyramide placé dans une caisse ouverte à une extrémité, caisse où seront suspendues les Fucacées à expérimenter. Ce montage régularise l'envoi de l'air en tous points de la boîte. Des caches percés de 100, 50 ou 25 trous, glissés entre la hotte et son montage, permettent d'obtenir des courants d'air dont l'intensité varie du simple au double et au quadruple.

Cet appareil réalise du « vent artificiel » d'intensité variable, vent faible en utilisant le cache à 25 trous, vent modéré pour le cache à 50 trous, vent assez fort pour le cache à 100 trous, la température et l'état hygrométrique restant constants.

Les échantillons d'algues sont cueillis près du Laboratoire, au moment où la mer les abandonne ; ils sont choisis de poids à peu près semblables et constituent toujours un pied entier avec son disque fixateur.

TABLEAU XXVII

Perte de poids des différentes espèces sous l'action d'un vent faible (cache à 25 trous)

	1 h.	2 h.	3 h.	4 h.	5 h.	6 h.	7 h.
Pelvetia canaliculata	75	57	48,9	45	43	42	41,5
Fucus platycarpus	71,8	53,8	45,2	40,8	38,8	38,2	38
Fucus vesiculosus	70	51,4	41	36,4	34,8	34	34
Fucus serratus	68	49	39,5	34,5	32	31	31

TABLEAU XXVIII

Perte de poids des différentes espèces sous l'action d'un vent modéré (cache à 50 trous)

	1 h.	2 h.	3 h.	4 h.	5 h.	6 h.	7 h.
Pelvetia canaliculata	71,8	54,2	44,6	39,5	39	38,8	38,4
Fucus platycarpus	67	47,2	38	36	35,5	35	35
Fucus vesiculosus	63	44,5	35,5	33	32,5	32,2	32,2
Fucus serratus	61	40	31	28,7	28	28	28
Bifurcaria tuberculata	58,2	37,4	27,2	26	26	26	26

TABLEAU XXIX

Perte de poids des différentes espèces sous l'action d'un vent assez fort (cache à 100 trous)

	1 h.	2 h.	3 h.	4 h.	5 h.	6 h.	7 h.
Pelvetia canaliculata	66	42,2	37,5	36,5	36,1	36,1	36,1
Fucus platycarpus	60,5	38,5	34	33,3	33	33	33
Fucus vesiculosus	55	33,1	32	31,1	31,1	31,1	31,1
Fucus serratus	46,8	31,9	27,5	26,7	26,7	26,7	26,7

L'algue essuyée est placée dans une boîte de matière plastique et pesée avec soin, puis suspendue par un fil de nylon à l'intérieur de l'appareil muni alors d'un cache déterminé. Toutes les heures des pesées sont effectuées, et les poids sont rapportés à 100 grammes d'échantillon.

Les résultats obtenus, en utilisant les trois caches, pour le *Pelvetia canaliculata,* le *Fucus platycarpus,* le *Fucus vesiculosus* et le *Fucus serratus,* se résument dans les trois tableaux XXVII, XXVIII et XXIX.

Dans les trois cas, le *Pelvetia canaliculata,* pendant le même temps, se dessèche moins que les Fucus, le *Fucus serratus* étant celui qui, des

trois Fucus étudiés, perd le plus de poids. Pour toutes les espèces, la dessiccation est rapide pendant les deux premières heures, pour devenir par la suite beaucoup plus lente pour des courants d'air faibles et modérés (tableaux XXVII et XXVIII). Le *Fucus serratus* perd environ 10 p. cent de poids de plus que le *Pelvetia canaliculata* après avoir été desséchés tous les deux pendant 7 heures, durée après laquelle les poids restent constants, bien que la dessiccation se poursuive.

Pour un vent assez fort (tableau XXIX), le *Fucus serratus,* pendant la première heure, perd environ 20 p. cent de poids de plus que le *Pelvetia canaliculata.* Autrement dit, placé dans les mêmes conditions, le *Fucus serratus* se dessèche beaucoup plus rapidement que le *Pelvetia canaliculata,* surtout tout au début de l'expérience.

Ces différences sont d'autant plus sensibles que le courant d'air envoyé est plus intense : après 1 heure de dessiccation, en utilisant le cache 25, la différence est de 7 p. cent entre le *Pelvetia canaliculata* et le *Fucus serratus,* tandis que, pour le cache 50, elle devient de 10,8 p. cent et que, pour le cache 100, elle atteint 19,2 p. cent.

Il en est de même entre le *Fucus platycarpus* et le *Fucus vesiculosus* qui lui perd, toujours pendant le même temps, plus de poids que le *Fucus platycarpus.*

En résumé, les Fucacées qui poussent le plus haut perdent le moins d'eau.

Le temps nécessaire à la stabilisation du poids est fonction des espèces : dans le cas d'un vent faible, au bout de 7 heures, le *Pelvetia canaliculata* ne perd plus de poids, tandis qu'il ne faut que 6 heures 1/2

TABLEAU XXX

Temps mis, par chaque espèce, pour ne plus perdre de poids sous l'action d'un vent à intensité variable.

	25 TROUS		50 TROUS		100 TROUS	
	DURÉE EN HEURES	POIDS FINAL	DURÉE EN HEURES	POIDS FINAL	DURÉE EN HEURES	POIDS FINAL
Pelvetia canaliculata	7	41,5 p. c.	6 1/2	38,4 p. c.	5	36,1 p. c.
Fucus platycarpus	6 1/2	38 —	6	35 —	4 3/4	3 —
Fucus vesiculosus	6 1/4	34 —	5 1/2	32,2 —	4 1/4	31,1 —
Fucus serratus	6	31 —	5 1/2	28 —	3 1/2	26,7 —
Bifurcaria tuberculata			4	26 —		

au *Fucus platycarpus*, 6 heures 1/4 au *Fucus vesiculosus* et 6 heures au *Fucus serratus* pour stabiliser leur poids.

Dans le cas d'un vent modéré, 6 heures 1/2 sont demandées au *Pelvetia canaliculata*, 6 heures au *Fucus platycarpus*, 5 heures 1/2 au *Fucus vesiculosus* et 5 heures 1/4 au *Fucus serratus* pour ne plus perdre de poids.

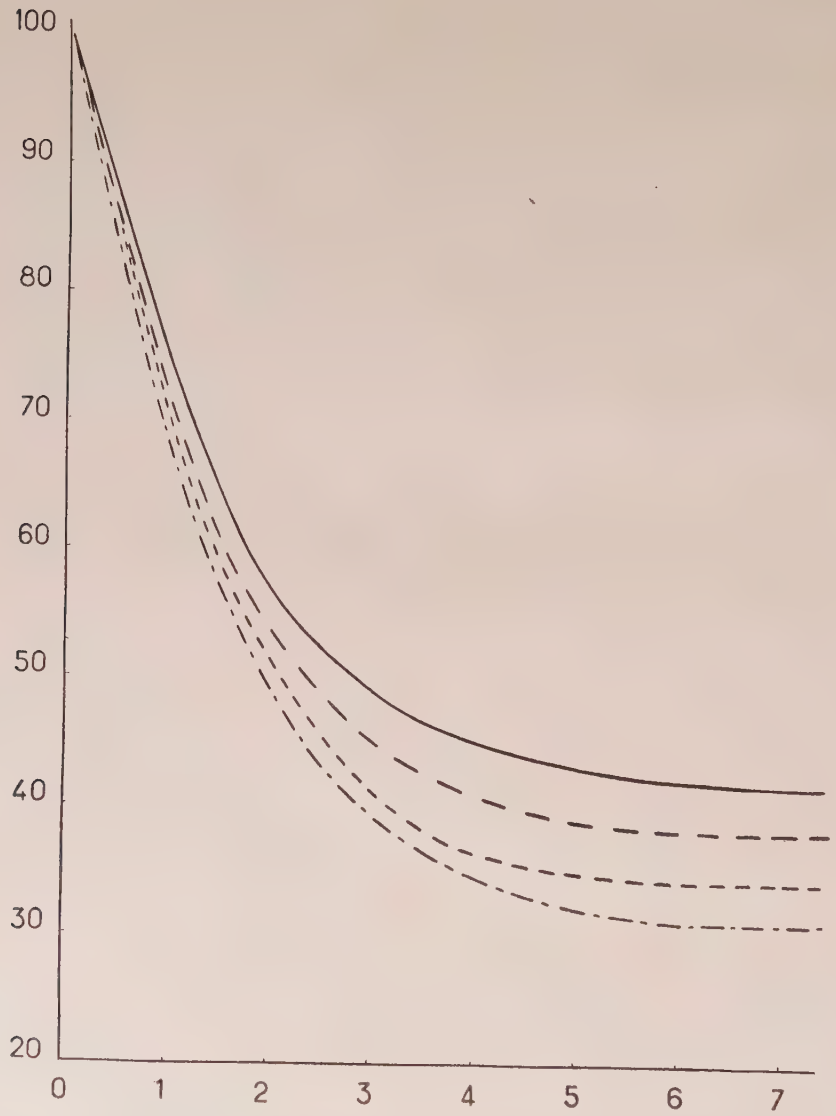

Fig. 19. — Représentation graphique de la perte de poids horaire des Fucacées sous l'action d'un vent faible.

——————— *Pelvetia canaliculata.*
—— —— —— *F. platycarpus.*
— — — — — *F. vesiculosus.*
— - — - — - — *F. serratus.*

Les pertes d'eau, sous l'action d'un vent d'intensité variable, par rapport à 100 d'eau à saturation, sachant que le pourcentage d'eau à saturation pour les périodes d'expérimentation est de 69,3 pour le *Pelvetia canaliculata,* 72,6 pour le *Fucus platycarpus,* 73,4 pour le *Fucus vesiculosus,* 75 pour le *Fucus serratus,* 76,2 pour le *Bifurcaria tuberculata,* se résument dans les trois tableaux suivants : XXXI, XXXII et XXXIII.

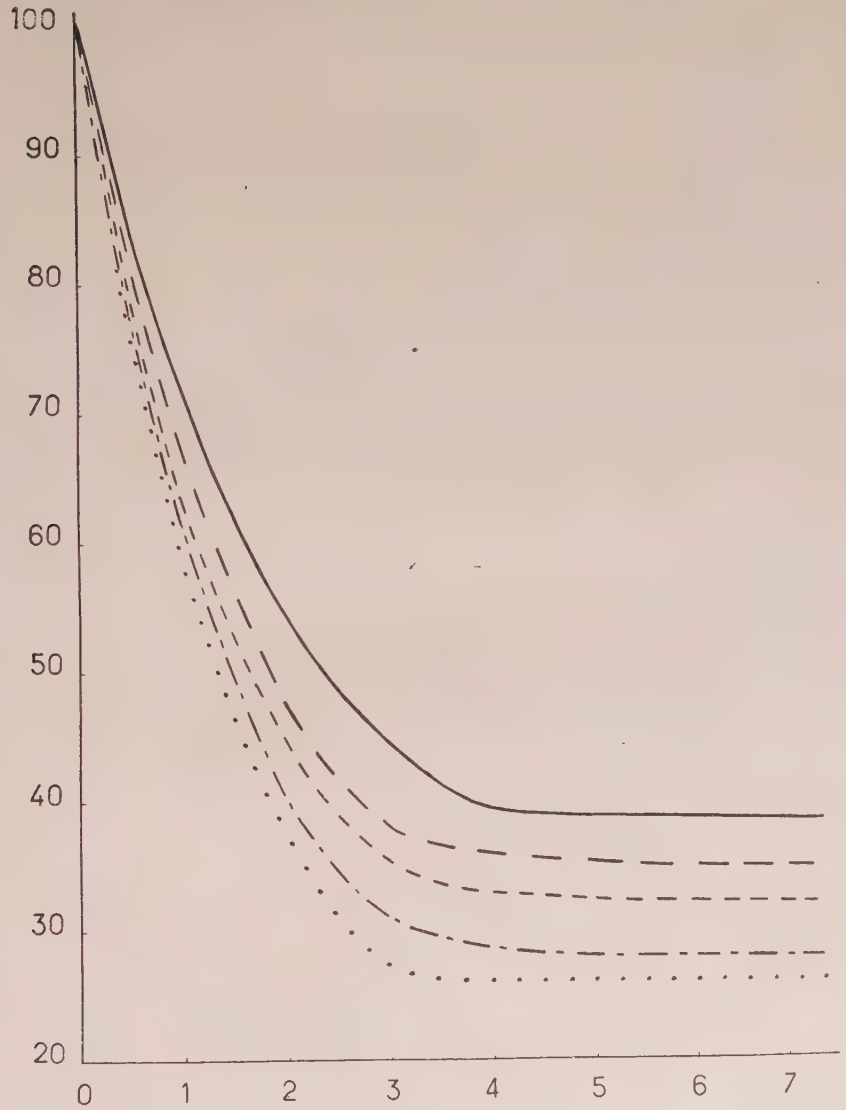

Fig. 20. — Représentation graphique de la perte de poids horaire des Fucacées sous l'action d'un vent modéré.

——————— *Pelvetia canaliculata.*
—— —— —— *F. platycarpus.*
— — — — — *F. vesiculosus.*
— - — - - - — *F. serratus.*
. . . . . *Bifurcaria tuberculata.*

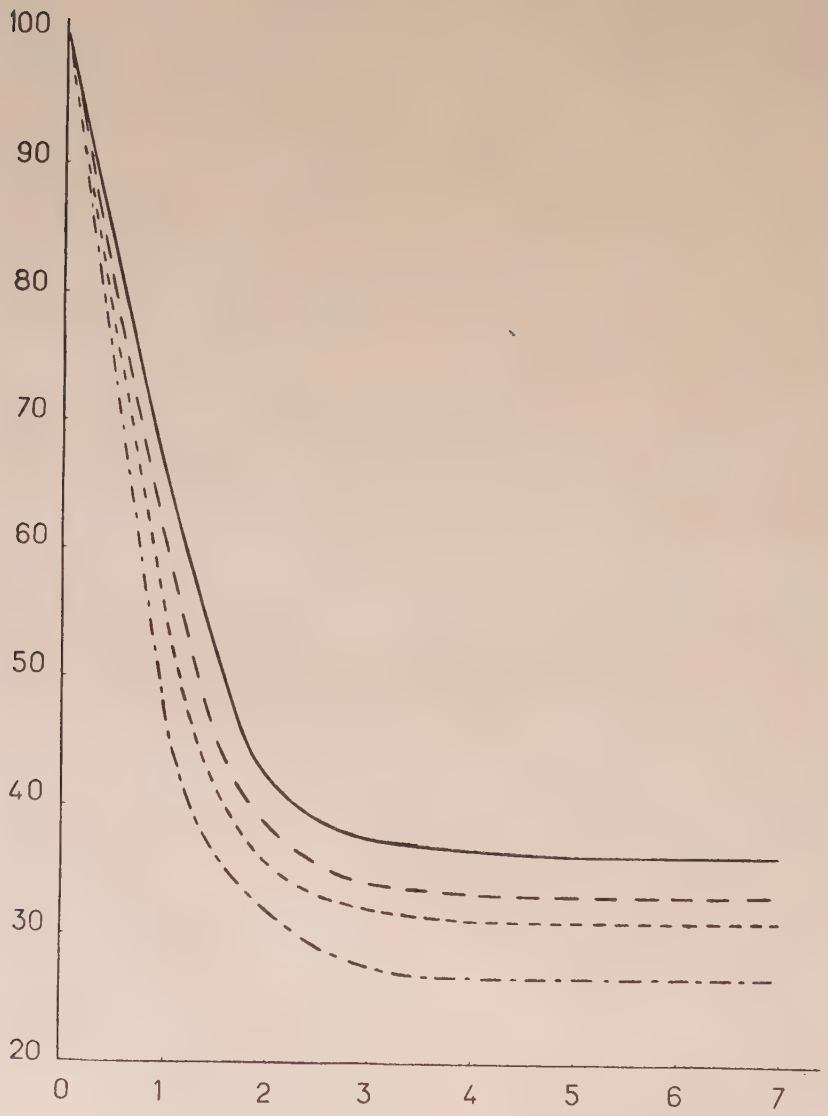

Fig. 21. — Représentation graphique de la perte de poids horaire des Fucacées sous l'action d'un vent assez fort.

———————— *Pelvetia canaliculata.*
—— —— —— *F. platycarpus.*
— — — — — *F. vesiculosus.*
—·—·—·— *F. serratus.*

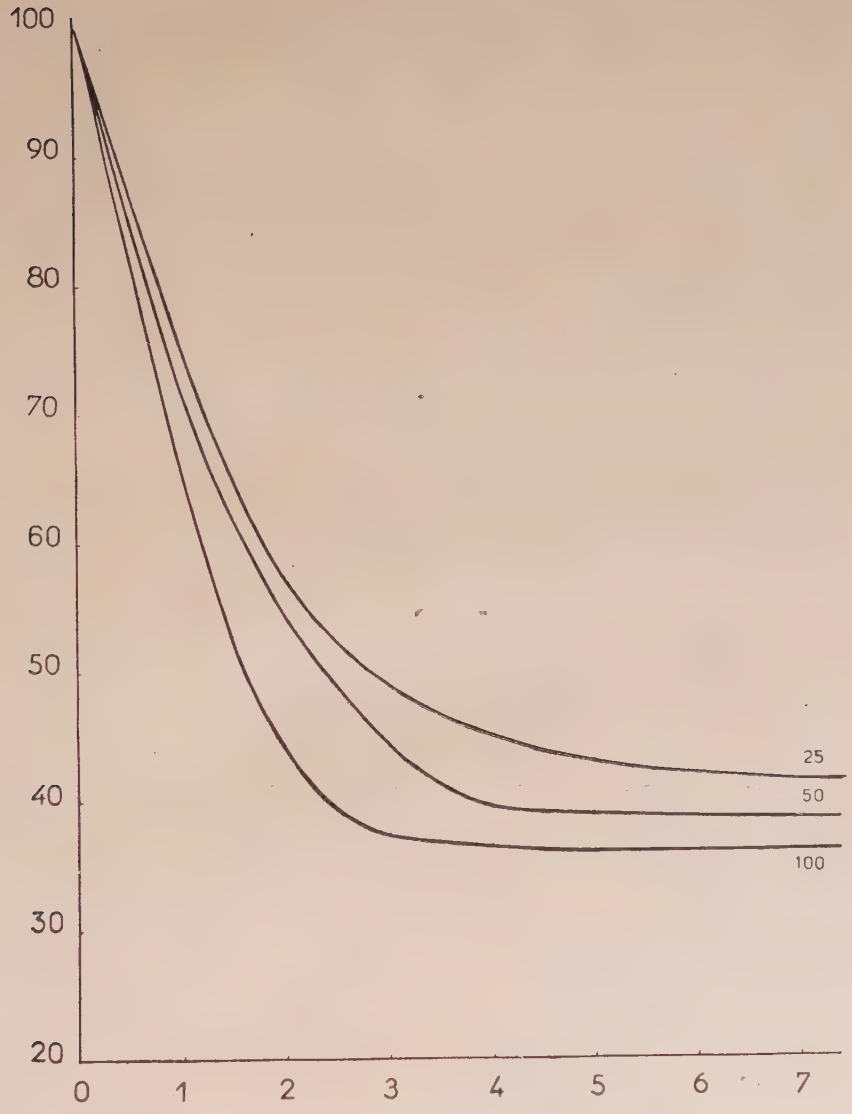

Fig. 22. — Représentation graphique de la dessiccation horaire du *Pelvetia canaliculata* en fonction de l'intensité du vent. 25 : vent faible ; 50 : vent modéré ; 100 : vent assez fort.

Dans le cas d'un vent assez violent, les temps sont plus courts, 5 heures au *Pelvetia canaliculata*, 4 heures 3/4 au *Fucus platycarpus*, 4 heures 1/4 au *Fucus vesiculosus* et 3 heures 1/2 au *Fucus serratus* pour stabiliser leurs poids.

Ces résultats sont représentés par les trois graphiques (fig. 19, 20 et 21) et montrent ainsi que le *Pelvetia canaliculata* résiste toujours le mieux à la dessiccation, quelle que soit l'intensité du courant d'air qui l'entoure, puis viennent dans l'ordre, le *Fucus platycarpus*, le *Fucus vesiculosus* et le *Fucus serratus*.

Les graphiques (fig. 22, 23, 24 et 25) représentent les courbes de dessiccation de chaque espèce de Fucacées étudiées en fonction de l'intensité du courant d'air qui la dessèche.

Quelle que soit l'algue considérée, la dessiccation est d'autant plus grande et plus rapide, que le courant d'air utilisé est plus fort. Les résultats se résument dans le tableau XXX, qui montre le temps nécessaire pour que la plante atteigne un poids stable :

Le *Pelvetia canaliculata* soumis à un vent faible, cache de 25 trous, demande 7 heures pour que son poids ne varie plus et demeure égal à 41,5 p. cent du poids initial, tandis que le *Fucus serratus* met une heure de moins, c'est-à-dire 6 heures, pour atteindre un poids de stabilisation de 10,5 p. cent plus faible. Les variations entre le *Fucus platycarpus* et le *Fucus vesiculosus* sont moins importantes.

Donc, plus une Fucacée appartient à un niveau élevé, plus elle met de temps à atteindre son poids de stabilisation, tout en perdant moins de poids que les autres Fucacées des niveaux inférieurs.

A l'aide des graphiques précédents, la vitesse de dessiccation peut être représentée pour chaque espèce : le graphique (fig. 26) traduit le temps nécessaire au *Pelvetia canaliculata* et au *Fucus serratus* pour atteindre 75 p. cent, ou 50 p. cent, ou 40 p. cent du poids initial. Cette vitesse est à peu près constante chez chacune de ces deux espèces pour un vent assez fort (cache à 100 trous), bien que le poids de 40 p. cent soit atteint au bout d'une heure 1/4 chez le *Fucus serratus*, au lieu de 2 heures 1/4 chez le *Pelvetia canaliculata*. Dans le cas d'un vent modéré (cache à 50 trous), la vitesse de dessiccation est d'abord assez rapide pour se ralentir ensuite, surtout chez le *Pelvetia canaliculata*, lorsque le poids passe de 50 à 40 p. cent du poids initial.

Pour un vent faible (cache à 25 trous), la vitesse de dessiccation décroît encore et, particulièrement, pendant la durée de la variation de poids comprise entre 50 et 40 p. cent ; ce chiffre de 40 p. cent n'est d'ailleurs pas atteint par le *Pelvetia canaliculata*, car son poids se stabilise à 41,5 p. cent de son poids initial.

Ce graphique montre qu'en expérimentant avec un vent modéré, le *Fucus serratus* demande à peine 3 heures pour que son poids devienne 40 p. cent du poids initial, tandis que le *Pelvetia canaliculata* n'atteint que 41,5 p. cent de son poids qu'après 6 heures de dessiccation.

A titre de comparaison, la dessiccation du *Bifurcaria tuberculata* a été étudiée par vent moyen : la perte de poids est extrêmement rapide. Après 2 heures, il ne reste que 37,4 p. cent du poids initial ; après 4 heures, le poids se stabilise à 26 p. cent du poids initial.

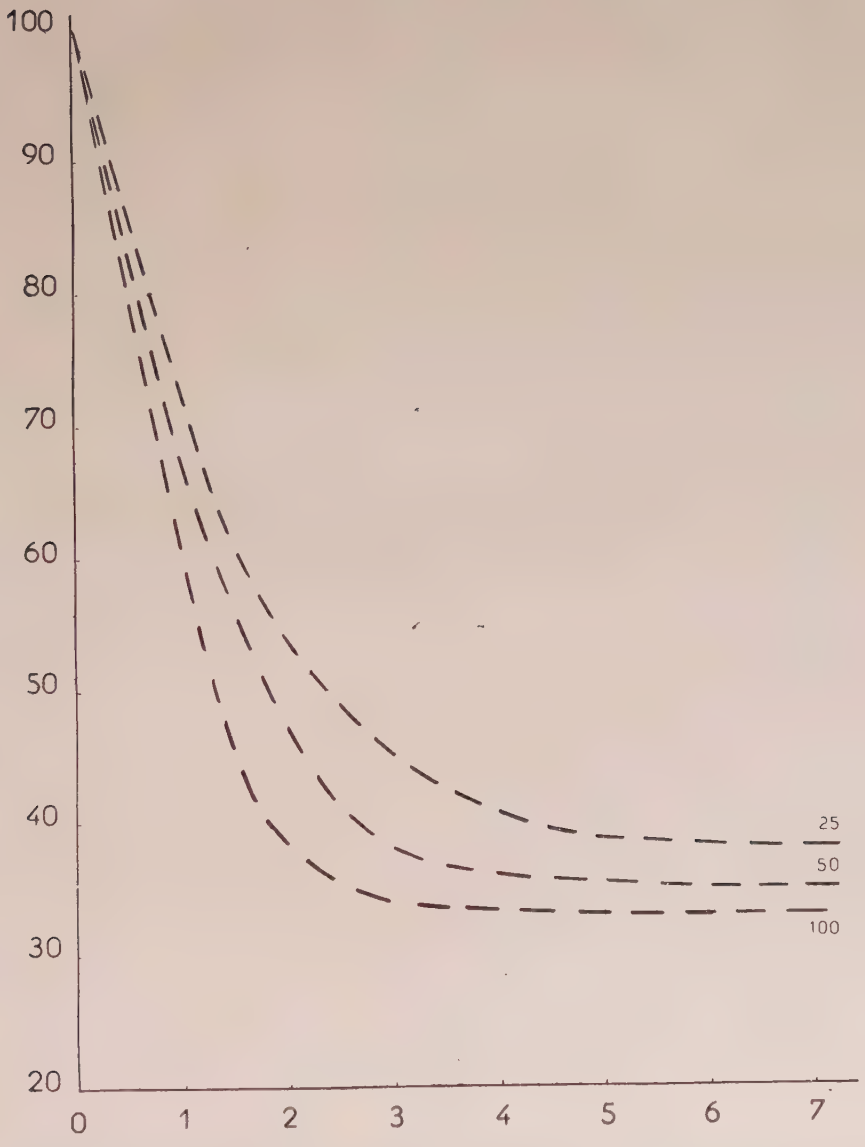

Fig. 23. — Représentation graphique de la dessiccation horaire du *Fucus platycarpus* en fonction de l'intensité du vent. 25 : vent faible ; 50 : vent modéré ; 100 : vent assez fort.

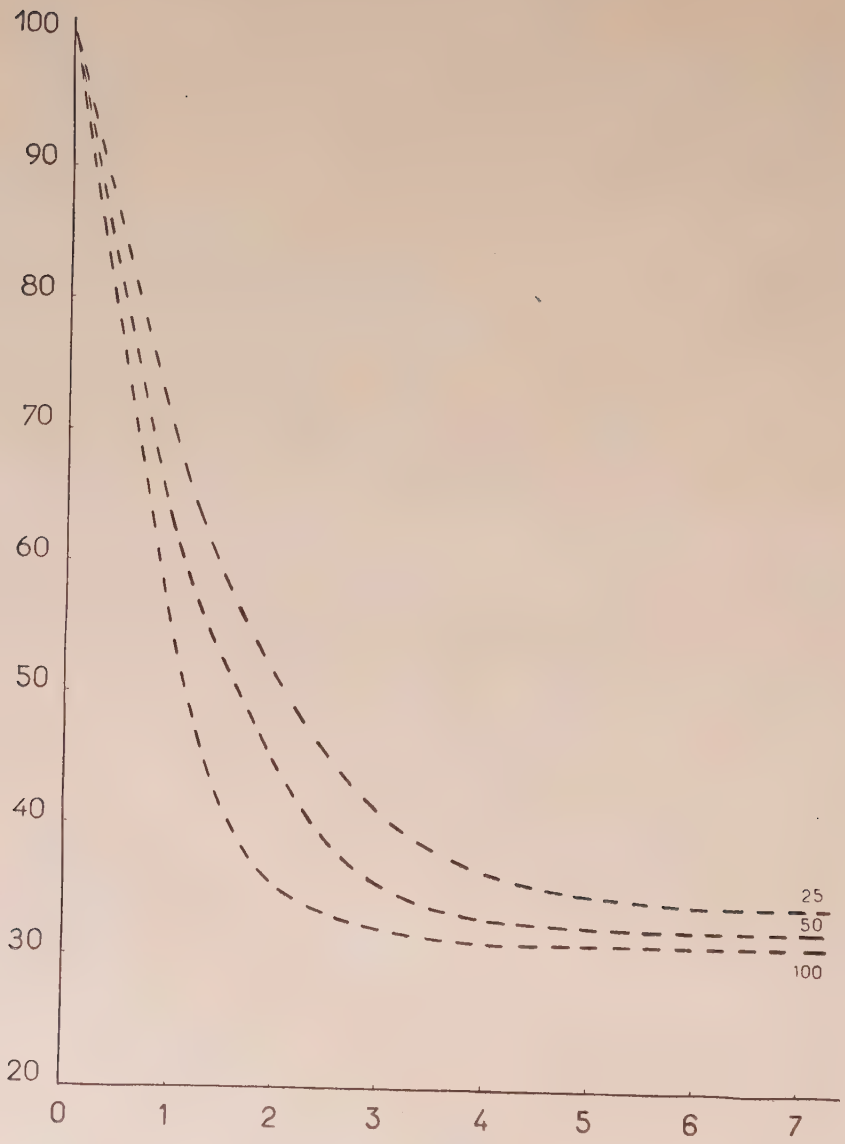

Fig. 24. — Représentation graphique de la dessiccation horaire du *Fucus vesiculosus* en fonction de l'intensité du vent. 25 : vent faible ; 50 : vent modéré ; 100 : vent fort.

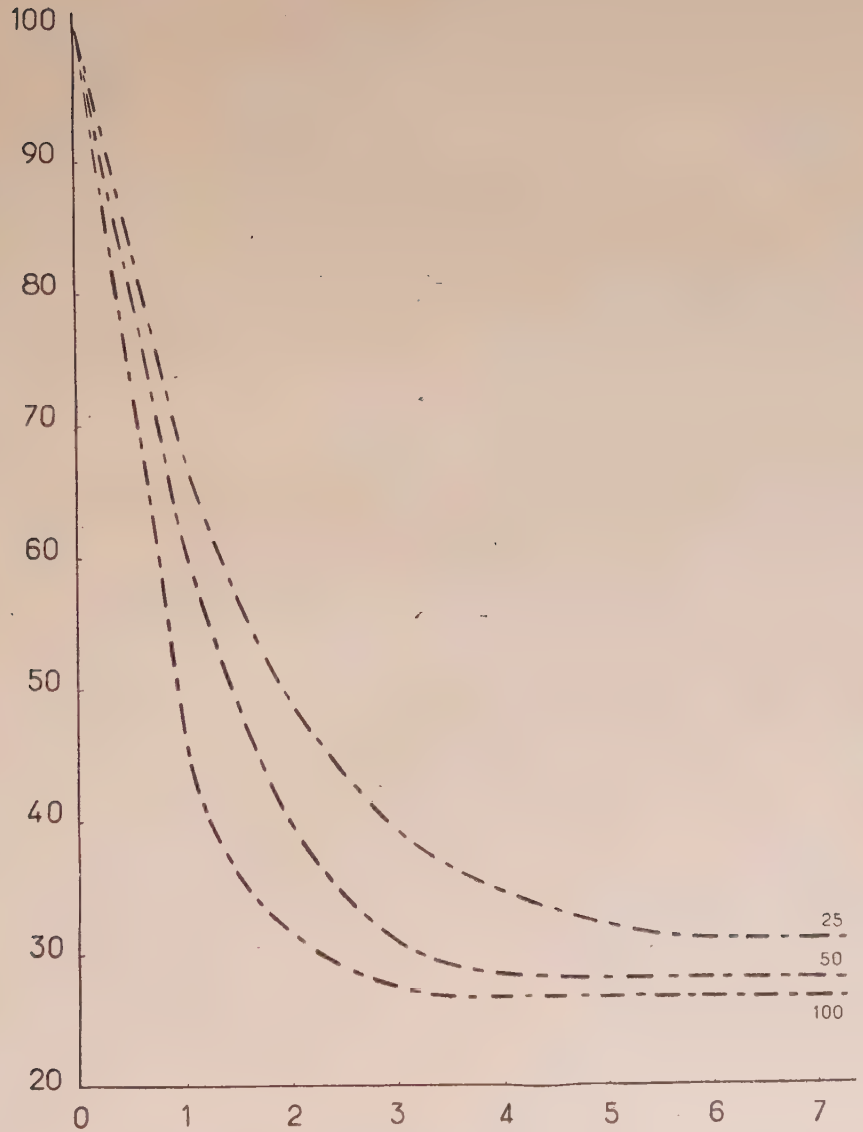

Fig. 25. — Représentation graphique de la dessiccation horaire du *Fucus serratus* en fonction de l'intensité du vent. 25 : vent faible ; 50 : vent modéré ; 100 : vent assez fort.

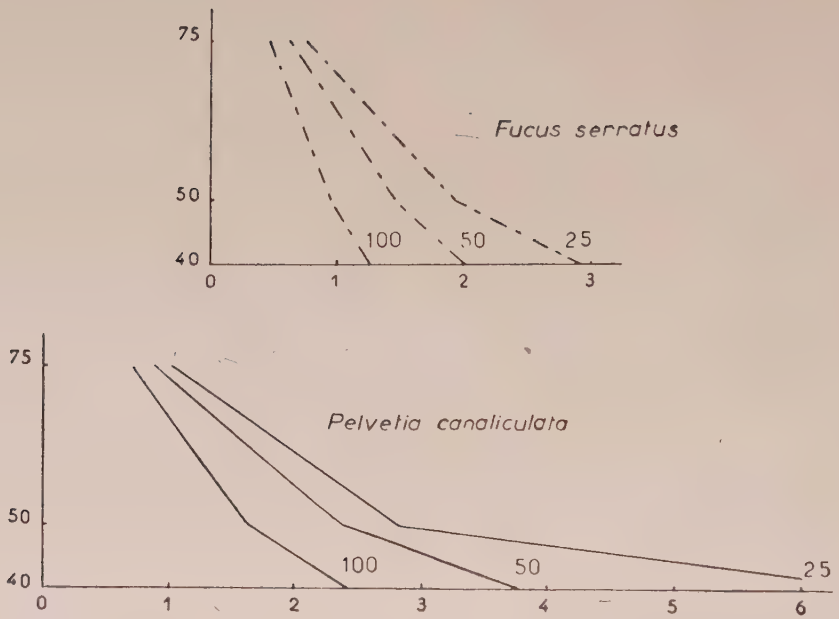

FIG. 26. — Temps, exprimés en heures, nécessaires au *Pelvetia canaliculata* et au *Fucus platycarpus*, pour perdre 25 %, 50 %, 60 % de leur poids initial en fonction de l'intensité du vent.

TABLEAU XXXI

Pourcentage de l'eau perdue sous l'action d'un vent faible (cache à 25 trous)

	1 h.	2 h.	3 h.	4 h.	5 h.	6 h.	7 h.
Pelvetia canaliculata	36,0	62,0	73,7	79,3	82,2	83,5	84,4
Fucus platycarpus	38,8	63,6	75,4	81,5	84,2	85,1	85,5
Fucus vesiculosus	40,8	66,2	81,8	86,6	88,8	89,9	89,9
Fucus serratus	42,6	68	80,6	87,3	90,6	92	92

TABLEAU XXXII

Pourcentage de l'eau perdue sous l'action d'un vent modéré
(cache à 50 trous)

	1 h.	2 h.	3 h.	4 h.	5 h.	6 h.	7 h.
Pelvetia canaliculata	40,7	66,0	79,9	87,2	88,0	88,3	89
Fucus platycarpus	45,4	72,7	85,3	88,1	88,8	89,5	89,5
Fucus vesiculosus	50,4	77,6	87,8	91,2	91,9	92,3	92,3
Fucus serratus	52	80	92	95,0	96	96	96
Bifurcaria tuberculata	54,8	82,1	95,6	97,1	97,1	97,1	97,1

TABLEAU XXXIII

Pourcentage de l'eau perdue sous l'action d'un vent assez fort
(cache à 100 trous)

	1 h.	2 h.	3 h.	4 h.	5 h.	6 h.
Pelvetia canaliculata	49,0	83,4	90,1	91,6	92,2	92,2
Fucus platycarpus	54,4	84,7	90,9	91,8	92,3	92,3
Fucus vesiculosus	61,3	91,1	92,6	93,8	93,8	93,8
Fucus serratus	70,9	90,8	96,6	97,7	97,7	97,7

Sous l'action du vent, les pertes d'eau sont rapides et importantes. Ainsi, après 2 heures de dessiccation, sous l'action d'un vent faible, le *Pelvetia canaliculata* a perdu 62 p. cent d'eau, le *Fucus platycarpus* 63,6 p. cent, le *Fucus vesiculosus* 66,2 p. cent, et le *Fucus serratus* 68 p. cent. Sous l'action d'un vent fort, pendant le même temps, c'est-à-dire 2 heures, les pertes, supérieures à 83 p. cent pour le *Pelvetia canaliculata,* atteignent 91,1 p. cent pour le *Fucus vesiculosus* et 90,8 p. cent

pour le *Fucus serratus* et sont devenues mortelles pour ces deux dernières espèces.

Ces tableaux montrent que, quelle que soit l'intensité du vent, la quantité d'eau perdue est d'autant plus élevée que l'espèce considérée pousse à un niveau plus bas ; ainsi le *Bifurcaria tuberculata* soumis à un vent modéré, perd après 2 heures, 82,1 p. cent de son eau, alors que le *Pelvetia canaliculata* n'en a perdu que 66 p. cent dans les mêmes conditions.

Une dessiccation aussi rapide et aussi poussée lèse l'intégrité cellulaire et explique que les *Bifurcaria tuberculata* ne peuvent vivre qu'en cuvette ou, occasionnellement sur quelques platiers où ils ne restent exondés qu'une heure ou deux pendant la marée basse de vive-eau ; d'ailleurs, les extrémités qui sortent de l'eau des cuvettes et qui, de ce fait, subissent une dessiccation, se nécrosent rapidement et noircissent.

Les graphiques (fig. 27, 28 et 29) qui illustrent les tableaux XXXI, XXXII, et XXXIII, permettent de déterminer les temps nécessaires à la perte de 50 p. cent, de 75 p. cent d'eau par les diverses Fucacées étudiées, en fonction de l'intensité du vent (voir tableau XXXIV).

TABLEAU XXXIV

Temps nécessaires à la perte de 50 p. cent, de 75 p. cent d'eau par les Fucacés en fonction de l'intensité du vent

Perte d'eau	VENT FAIBLE		VENT MODÉRÉ		VENT FORT	
	50 p. cent	75 p. cent	50 p. cent	75 p. cent	50 p. cent	75 p. cent
Pelvetia canaliculata	1 h. 28	3 h. 10	1 h. 15	2 h. 36	1 h. 02	1 h. 44
Fucus platycarpus	1 h. 20	2 h. 50	1 h. 07	2 h. 07	55 mn	1 h. 35
Fucus vesiculosus	1 h. 15	2 h. 32	1 h. 02	1 h. 57	49 mn	1 h. 21
Fucus serratus	1 h. 07	2 h. 18	54 mn	1 h. 45	41 mn	1 h. 08

En supposant que les algues brunes contiennent la même quantité d'eau à saturation, les durées nécessaires à la perte de 50 p. cent d'eau, quel que soit le vent, sont relativement assez voisines pour une même algue, ainsi le *Pelvetia canaliculata* demande, pour perdre 50 p. cent d'eau, 1 h. 28 par vent faible et 1 h. 02 par vent fort, soit une différence de 26 minutes ; pour le *Fucus platycarpus*, cette différence est de 25 minutes ; pour le *Fucus vesiculosus* 26 minutes et pour le *Fucus serratus* 26 minutes. Donc, quelle que soit l'algue considérée, la différence entre le temps mis pour perdre 50 p. cent d'eau par vent faible et par vent fort, est toujours de l'ordre de 26 minutes.

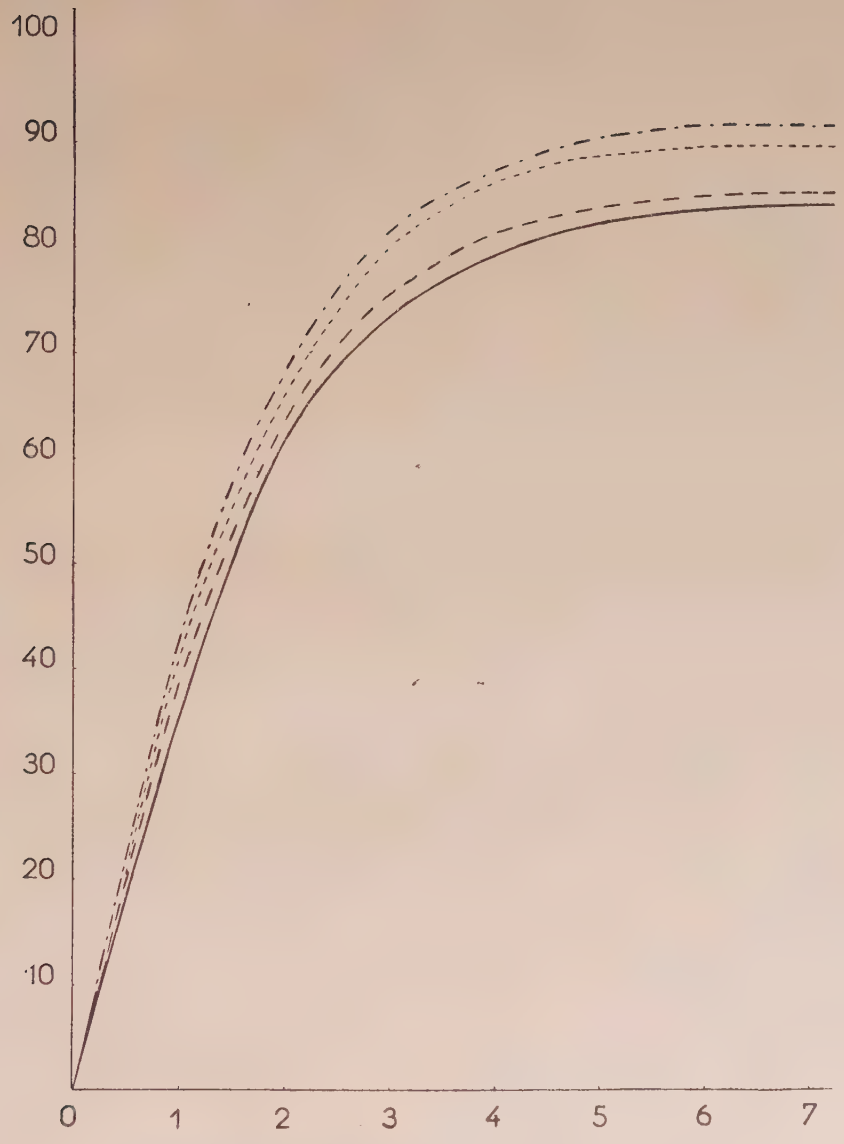

Fig. 27. — Représentation graphique du pourcentage de l'eau perdue horairement par les Fucacées sous l'action d'un vent faible.

———————— *Pelvetia canaliculata.*
—— ·—— —— *F. platycarpus.*
— — — — — *F. vesiculosus.*
— - — - — - — *F. serratus.*

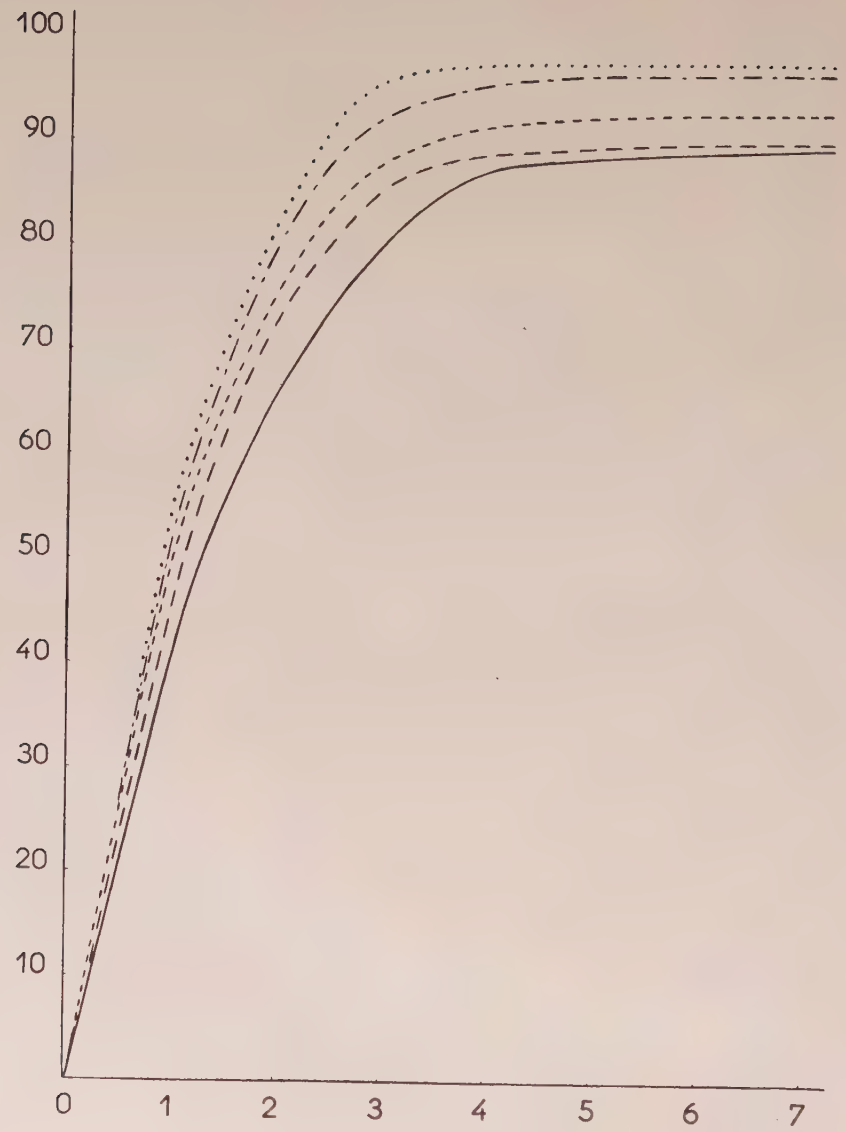

Fig. 28. — Représentation graphique du pourcentage de l'eau perdue horairement par les Fucacées sous l'action d'un vent modéré.

———————— *Pelvetia canaliculata.*
—— —— —— *F. platycarpus.*
— — — — — — *F. vesiculosus.*
— - — - — - — *F. serratus.*
. . . . . *Bifurcaria tuberculata.*

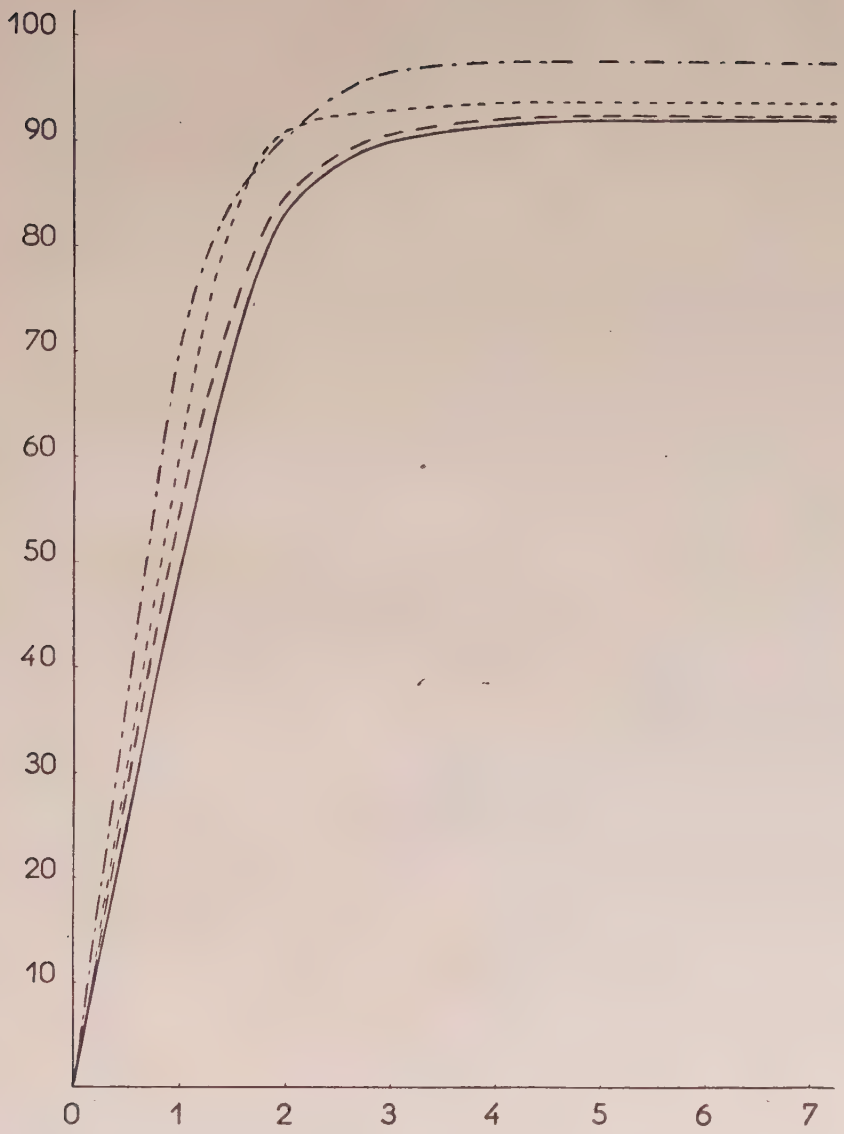

Fig. 29. — Représentation graphique du pourcentage de l'eau perdue horairement par les Fucacées sous l'action d'un vent assez fort.

———————— *Pelvetia canaliculata.*
—— —— —— *F. platycarpus.*
— — — — — *F. vesiculosus.*
— - — - — - — *F. serratus.*

La différence entre le temps nécessaire à la perte de 50 p. cent d'eau par vent faible et par vent modéré s'établit à 13 minutes pour chacune des quatre espèces étudiées ; de même cette différence par vent modéré et par vent fort est de l'ordre de 13 minutes.

Bien que les temps nécessaires pour atteindre 50 p. cent de perte d'eau, par vent variable, ne soient pas les mêmes, la différence de temps pour une même espèce et pour deux vents considérés est toujours la même, soit 26 minutes entre vent faible et vent fort et 13 minutes entre vent faible et vent modéré, et vent modéré et vent fort.

Pour perdre 50 p. cent de son eau, le *Pelvetia canaliculata* par vent faible, demande 1 heure 28, le *Fucus serratus* 1 heure 07, d'où une différence de 21 minutes ; par vent modéré, cette différence est de 21 minutes, et reste encore la même par vent fort.

Pour perdre 50 p. cent de son eau, le *Pelvetia canaliculata* par vent faible, demande 8 minutes de plus que le *Fucus platycarpus ;* par vent modéré, cette différence est encore de 8 minutes et reste, par vent fort, à peu près la même (7 minutes).

La comparaison, entre les temps nécessaires à la perte de 50 p. cent d'eau, chez le *Fucus platycarpus* et le *Fucus vesiculosus,* montre une différence de l'ordre de 5 à 6 minutes en fonction du vent.

Cette différence est de 8 minutes entre le *Fucus vesiculosus* et le *Fucus serratus.*

Bien que les temps nécessaires pour atteindre une perte de 50 p. cent d'eau ne soient pas les mêmes chez les différentes espèces (voir tableau XXXIV), la différence des temps, pour un même vent qu'il soit faible, modéré ou fort, mis par deux espèces différentes pour atteindre cette perte de 50 p. cent, est toujours la même.

S'il s'agit de perte de 75 p. cent d'eau, la différence entre les temps demandés par le *Pelvetia canaliculata* et le *Fucus serratus* est de 52 minutes par vent faible, 51 minutes par vent modéré ; donc, dans ces deux cas, les différences se montrent encore très voisines (il faut mettre à part le cas du vent fort où la déshydratation trop violente entraîne la mort des cellules, du *Fucus serratus* en particulier).

Ces différences de même ordre ne peuvent s'expliquer, sans doute, que par le fait que les possibilités de sortie de l'eau sont les mêmes.

En conclusion, les Fucacées, soumises à la dessiccation par le vent, perdent d'autant plus d'eau que leur niveau bionomique est plus bas. Cette perte, pendant les premières heures d'exondation, est d'autant plus rapide que l'intensité du vent est plus grande.

2. — ÉTUDE DE LA RAPIDITÉ DE LA RÉHYDRATATION

Cette réhydratation a été étudiée, pour chaque espèce, d'abord dans l'eau de mer, puis dans l'eau douce.

Dans les deux cas les échantillons choisis, déshydratés par l'exondation, sont rapportés au laboratoire en boîte de matière plastique.

Plusieurs échantillons de la même espèce, voisins sur le même rocher, aussi semblables que possible quant à la forme, au poids et au degré de dessiccation, sont cueillis avec soin et pesés.

L'un est placé à l'étuve à 110°, de façon à déterminer l'eau qu'il con-

tient (l'on admettra que cette teneur est la même pour les divers échantillons de la même espèce). Les autres serviront à l'expérimentation.

A. — Réhydratation en eau de mer.

Chaque algue brune, desséchée sur place, est alors déposée dans un cristallisoir rempli d'eau de mer dont la température est voisine de 18° C. Toutes les cinq minutes, pendant une demi-heure, après avoir été essuyée, elle est pesée pour déterminer la quantité d'eau absorbée ; toutes ces pesées sont rapportées à 100 grammes de poids initial.

a) *Réhydratation du Pelvetia canaliculata.* Pour cette Fucacée, qui peut présenter facilement une dessiccation très variable, de 13,8 p. cent d'eau restante à 30,4 p. cent, les résultats se résument dans le tableau XXXV.

TABLEAU XXXV

Réhydratation du *Pelvetia canaliculata* dans l'eau de mer pendant 30 minutes

TENEUR EN EAU	5 mn	10 mn	15 mn	20 mn	25 mn	30 mn
1 - 13,8 p. c.	176	233	255	261	264	265
2 - 15,1 p. c.	176	218	243	250	254	257
3 - 16,4 p. c.	176	214	235	244	250	253
4 - 22,8 p. c.	176	207	222	230	235	238
5 - 30,4 p. c.	176	200	213	217	220	222
Différence entre 1 et 5	0	33	42	46	47	47

D'après ce tableau, la réhydratation en eau de mer est extrêmement rapide au début de l'immersion et, quel que soit le degré de dessiccation, la plante, au bout de 5 minutes, a repris toujours la même quantité d'eau, pour peser alors 176 p. cent de son poids initial, puis après ces 5 premières minutes, les quantités d'eau absorbées deviennent variables ; et l'algue reprend d'autant plus d'eau qu'elle était plus desséchée.

Dans les cas extrêmes étudiés (13,8 p. cent et 30,4 p. cent d'eau restante), la différence entre les quantités d'eau absorbée, d'abord nulle après cinq minutes d'immersion, augmente rapidement, 33 p. cent après 10 minutes, 42 p. cent après 15 minutes, 46 p. cent après 20 minutes, pour devenir constante et égale à 47 p. cent après 25 minutes.

Le graphique (fig. 30) illustre les résultats obtenus.

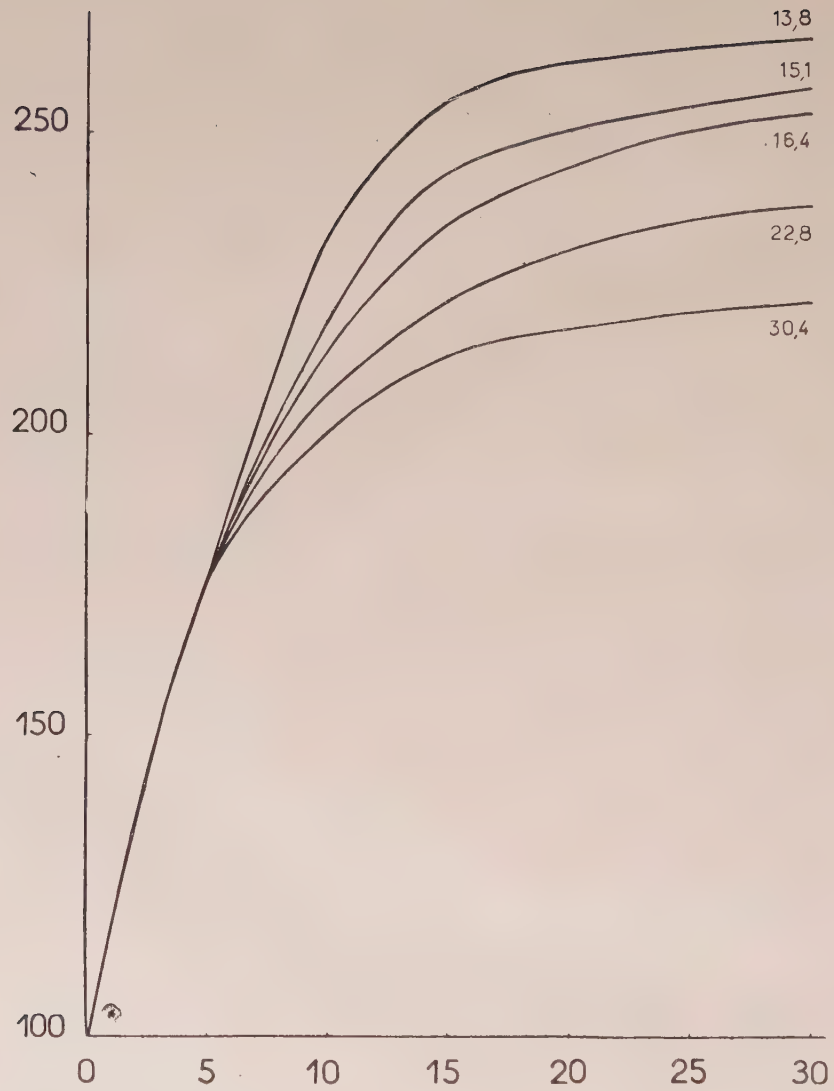

Fig. 30. — Représentation graphique de la réhydratation en eau de mer, pendant 30 minutes, du *Pelvetia canaliculata*, en fonction de la teneur initiale en eau.

La quantité d'eau finale contenue pour 100 grammes de poids frais peut être établie, en fonction du tableau précédent ; le calcul est le suivant : dans le cas d'un *Pelvetia* de 100 grammes, contenant 13,8 p. cent, son poids après 30 minutes de réhydratation devient 265 grammes, d'où une absorption d'eau de 165 grammes, l'eau finale pour 100 grammes de poids initial est alors de 165 gr. + 13,8 gr. = 178,8 gr., et l'eau finale pour 100 grammes de poids frais devient $\frac{178{,}8 \times 100}{265} = 67{,}5$ p. cent.

Les résultats obtenus se résument dans le tableau XXXVI.

TABLEAU XXXVI

Teneur en eau de mer du *Pelvetia canaliculata* après réhydratation

TENEUR EN EAU	5 mn	10 mn	15 mn	20 mn	25 mn	30 mn
13,8 p. cent	51,0	63,0	66,1	66,9	67	67,4
15,1 p. cent	51,7	61,1	65,0	66,0	66,5	66,9
16,4 p. cent	52,5	60,9	64,4	65,7	66,5	67
22,8 p. cent	56,1	62,7	65,2	66,4	67,1	67,5
30,4 p. cent	61,0	65,2	67,3	67,9	68,3	68,6

La réhydratation est un phénomène extrêmement rapide, puisque après 5 minutes d'immersion, le *Pelvetia canaliculata* contient au minimum 51 p. cent d'eau, ensuite, cette absorption continue plus lentement, pour atteindre, après 30 minutes, un chiffre égal ou supérieur à 66,9 p. cent. D'ailleurs, quelle que soit la teneur initiale en eau, les chiffres obtenus après 30 minutes de réhydratation, sont proches les uns des autres (ils varient de 66,9 à 68,6) et voisins de la teneur à saturation qui est de 69,3 p. cent. Donc, en une demi-heure, le *Pelvetia canaliculata* est capable de reprendre la presque totalité de son eau perdue.

Le *Pelvetia canaliculata* très desséché, renfermant 13,8 p. cent d'eau, au bout de 30 minutes de réhydratation, en contient 67,4 p. cent ; l'échantillon qui renferme 30,4 p. cent au bout de 30 minutes contient 68,6 p. cent d'eau. Dans le premier cas, l'algue a absorbé 53,6 p. cent d'eau, dans le deuxième cas 38,2 p. cent, et ceci pendant le même temps, soit 30 minutes. Le *Pelvetia canaliculata* absorbe donc d'autant plus rapidement l'eau qu'il est plus déshydraté.

b) *Réhydratation du Fucus platycarpus.* Pour cette espèce les résultats expérimentaux se résument dans le tableau XXXVII représenté par le graphique (fig. 31).

TABLEAU XXXVII

Réhydratation du *Fucus platycarpus* dans l'eau de mer pendant 30 minutes

TENEUR EN EAU	5 mn	10 mn	15 mn	20 mn	25 mn	30 mn
1 - 17,3 p. c.	206	238	251	260	266	270
2 - 21,9 p. c.	197	226	239	246	254	257
3 - 27 p. c.	188	212	224	232	239	244
4 - 34,1 p. c.	174	195	208	214	218	220

Ici encore, l'absorption est très rapide pendant les premières minutes d'immersion. Au bout d'une minute et demie, le *Fucus platycarpus,* quel que soit son degré de déshydratation, a absorbé toujours la même quantité d'eau pour peser 140 p. cent de son poids initial (fig. 31).

D'après le graphique (fig. 30), le *Pelvetia canaliculata,* qui demande 2 minutes 1/4 pour reprendre 40 p. cent d'eau, se réhydrate moins vite que le *Fucus platycarpus.*

Considérons un échantillon de *Pelvetia canaliculata* et un échantillon de *Fucus platycarpus,* desséchés à peu près semblablement (le *Pelvetia canaliculata* contient encore 22,8 p. cent d'eau, le *Fucus platycarpus* 21,9 p. cent), les tableaux XXXV et XXXVII montrent que, pendant le même temps, le *Fucus platycarpus* absorbe plus d'eau que le *Pelvetia canaliculata ;* le premier, après une demi-heure d'immersion, a atteint un poids égal à 257 p. cent de son poids initial, le deuxième 238 p. cent, ce qui manifeste une différence de l'ordre de 19 p. cent.

La quantité d'eau finale pour 100 grammes de pois frais de *Fucus platycarpus* peut être établie comme précédemment, et les résultats obtenus se résument dans le tableau XXXVIII.

TABLEAU XXXVIII

Teneur en eau de mer du *Fucus platycarpus* après réhydratation

TENEUR EN EAU	5 mn	10 mn	15 mn	20 mn	25 mn	30 mn
17,3 p. cent	59,8	65,2	67,0	68,1	68,9	69,4
21,9 p. cent	60,3	65,4	67,3	68,6	69,2	69,7
27 p. cent	61,1	65,5	67,4	68,5	69,4	70
34,1 p. cent	62,1	66,2	68,3	69,1	69,7	70

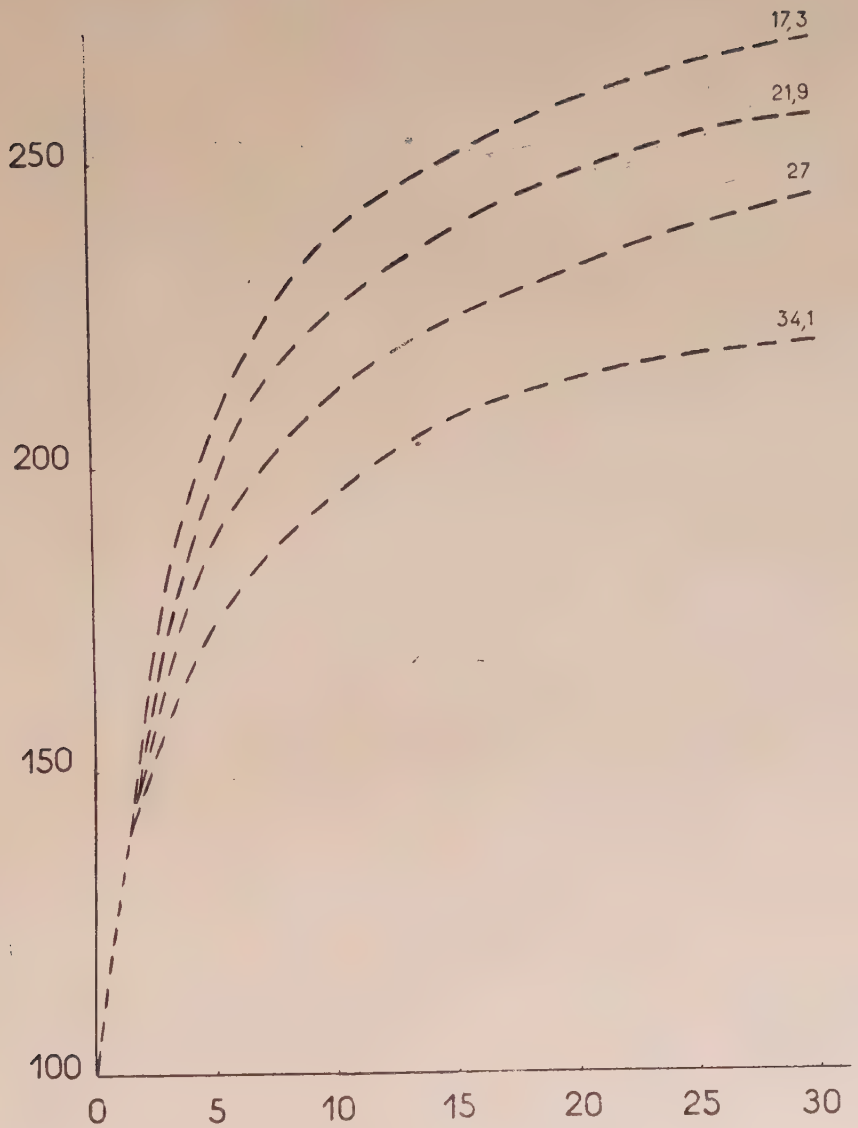

Fig. 31. — Représentation graphique de la réhydratation en eau de mer, pendant 30 minutes, du *Fucus platycarpus*, en fonction de la teneur initiale en eau.

Le *Fucus platycarpus* se réhydrate rapidement, plus rapidement même que le *Pelvetia canaliculata*. En effet, l'examen des tableaux XXXVI et XXXVIII permet de constater, en comparant des teneurs en eau initiales et voisines — soit 22,8 p. cent pour le *Pelvetia canaliculata* et 21,9 p. cent pour le *Fucus platycarpus* — que le premier contient, après 5 minutes d'immersion 56,1 p. cent d'eau, tandis que le second en renferme 60,3 p. cent ; après 30 minutes d'expérimentation, le *Pelvetia canaliculata* contient 67,5 p. cent et le *Fucus platycarpus* 69,7 p. cent.

Quel que soit l'état de déshydratation du *Fucus platycarpus*, après 30 minutes d'immersion, il contient toujours à peu près la même quantité d'eau — les chiffres obtenus varient entre 69,4 et 70 p. cent — et sont très voisins de la teneur en eau à saturation, à cette période, qui est environ de 72,5 p. cent. Autrement dit, en une demi-heure, le *Fucus platycarpus* a repris la presque totalité de l'eau perdue.

c) *Réhydratation du Fucus vesiculosus.* Les résultats obtenus avec le *Fucus vesiculosus*, se résument dans le tableau XXXIX, la réhydratation des différents échantillons est représentée par le graphique (fig. 32).

TABLEAU XXXIX

Réhydratation du *Fucus vesiculosus* dans l'eau de mer pendant 30 minutes

TENEUR EN EAU	5 mn	10 mn	15 mn	20 mn	25 mn	30 mn
22,4 p. cent	176	204	218	225	231	234
25 p. cent	172	196	210	218	223	227
32,8 p. cent	157	180	191	196	198	201
34,3 p. cent	154	175	186	191	195	198

Le *Fucus vesiculosus* se réhydrate, lui aussi, rapidement, pendant les premières minutes. Le graphique prouve qu'après une minute d'immersion, tous les échantillons, quel que soit leur degré de dessiccation, absorbent la même quantité d'eau, leur poids devenant égal à 120 p. cent du poids initial. Or, comme le *Fucus platycarpus*, pour reprendre 20 p. cent d'eau, demande d'après le graphique (fig. 31), 3/4 de minute, le *Fucus vesiculosus* se réhydrate donc moins vite que le *Fucus platycarpus*.

D'autre part, en comparant un échantillon de *Fucus platycarpus* contenant encore 21,9 p. cent d'eau et un échantillon de *Fucus vesiculosus* en contenant 22,4 p. cent, les tableaux XXXVII et XXXIX montrent que le *Fucus vesiculosus* absorbe moins d'eau que le *Fucus platycarpus*, la différence est de l'ordre de 23 p. cent (234 p. cent pour 257 p. cent).

Ceci est dû sans doute à la présence des vésicules qui, chez le *Fucus vesiculosus*, l'empêche d'être complètement immergé.

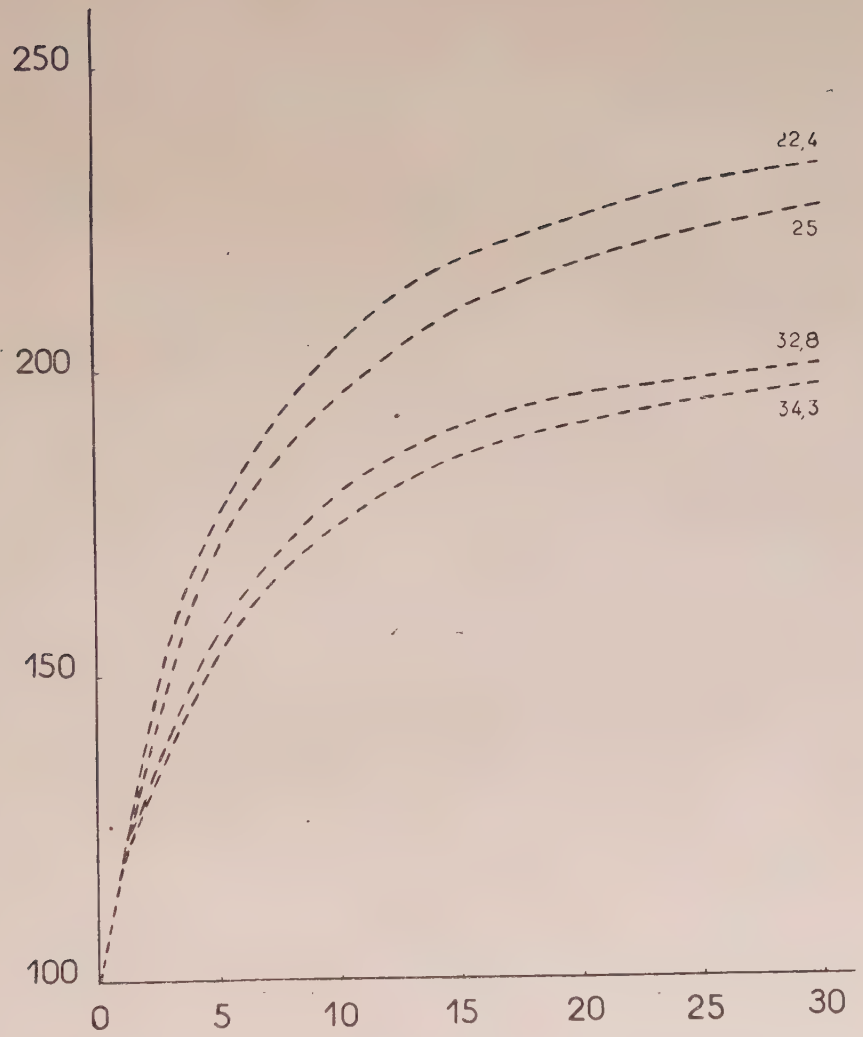

Fig. 32. — Représentation graphique de la réhydratation, en eau de mer, pendant 30 minutes, du *Fucus vesiculosus*, en fonction de la teneur initiale en eau.

La quantité d'eau finale pour 100 grammes de poids frais de *Fucus vesiculosus*, calculée pour des échantillons plus ou moins desséchés, donne, en fonction du temps exprimé en minutes, le résultats suivants (tableau XL).

TABLEAU XL

Teneur en eau du *Fucus vesiculosus* après réhydratation

TENEUR EN EAU	5 mn	10 mn	15 mn	20 mn	25 mn	30 mn
22,4 p. cent	55,8	61,9	64,3	65,5	66,4	66,8
25 p. cent	56,4	61,7	64,2	65,5	66,3	66,9
32,8 p. cent	57,1	62,6	64,8	65,7	66,0	66,5
34,3 p. cent	57,5	62,4	64,6	65,6	66,3	66,8

Le *Fucus vesiculosus* se réhydrate rapidement. Au bout de 5 minutes d'immersion, sa teneur en eau est supérieure à 55 p. cent et varie entre 55,8 p. cent et 57,5 p. cent ; après 30 minutes de réhydratation, il atteint, quel que soit son degré initial de dessiccation, une valeur de l'ordre de 66,8 p. cent, chiffre qui est assez loin de 73,4 p. cent qui représente sa teneur en eau à saturation. Les tableaux précédents XXXVI et XXXVIII ont montré qu'après 30 minutes de réhydratation, le *Pelvetia canaliculata* ainsi que le *Fucus platycarpus* atteignaient une teneur en eau assez proche de la saturation ; donc, quel que soit le degré initial d'hydratation, le *Fucus vesiculosus* se réhydrate plus lentement que les autres espèces étudiées.

Ceci peut s'expliquer, sans doute, par la présence des vésicules qui assurent la flottaison de cette espèce. Expérimentalement, la flottaison est plus marquée que chez l'algue en place qui se trouve roulée et immergée lors de l'arrivée du flot.

D'après les tableaux précédents, XXXVI, XXXVIII et XL, la teneur pour cent d'eau à saturation peut être déterminée connaissant la teneur en eau à saturation (70 p. cent en septembre pour le *Pelvetia canaliculata*, 72,6 p. cent en moyenne pour juillet et août pour le *Fucus platycarpus* et 73,4 p. cent pour le *Fucus vesiculosus*). Les résultats comparables, pour des teneurs initiales en eau voisines, sont exposés dans les tableaux XLI, XLII et XLIII.

TABLEAU XLI

Comparaison des teneurs pour cent d'eau des différentes Fucacées, après 5 minutes, 30 minutes de réhydratation dans l'eau de mer, leur teneur initiale en eau étant de l'ordre de 22 p. cent.

Teneur initiale en eau	*Pelvetia canaliculata* 22,8 p. cent	*Fucus platycarpus* 21,9 p. cent	*Fucus vesiculosus* 22,4 p. cent
Teneur p. cent d'eau après 5 mn	80	83	76
Après 30 mn	96,4	96	91

TABLEAU XLII

Comparaison des teneurs pour cent d'eau du *Pelvetia canaliculata* et du *Fucus platycarpus*, après 5 minutes, 30 minutes de réhydratation dans l'eau de mer, leur teneur initiale en eau étant de l'ordre de 17 p. cent.

Teneur initiale en eau	*Pelvetia canaliculata* 16,4 p. cent	*Fucus platycarpus* 17,3 p. cent
Teneur pour cent d'eau à saturation après 5 mn	75	82
Après 30 mn	95,7	95,6

TABLEAU XLIII

Comparaison des teneurs pour cent d'eau du *Fucus platycarpus* et du *Fucus vesiculosus*, après 5 minutes, 30 minutes de réhydratation dans l'eau de mer, leur teneur initiale en eau étant de l'ordre de 34 p. cent.

Teneur initiale en eau	*Fucus platycarpus* 34,1 p. cent	*Fucus vesiculosus* 34,3 p. cent
Teneur pour cent d'eau à saturation après 5 mn	85	78,3
Après 30 mn	96,4	91,0

L'examen du tableau XLI fait apparaître que, pour des teneurs en eau initiales voisines, de l'ordre de 22 p. cent, le *Fucus platycarpus*, après 5 minutes d'immersion, absorbe davantage d'eau que le *Pelvetia canaliculata* (83 p. cent au lieu de 80 p. cent) tandis qu'après 30 minutes, la réhydratation est à peu près semblable, et assez voisine de la saturation (96,4 pour le *Pelvetia canaliculata*, 96 p. cent pour le *Fucus platycarpus*) ; quant au *Fucus vesiculosus*, quelle que soit la durée d'expérimentation, il absorbe toujours moins d'eau que les deux autres espèces étudiées.

Lorsque les échantillons sont très desséchés (teneur en eau de l'ordre de 16,4 à 17,3 p. cent), le *Pelvetia canaliculata* après 5 minutes de réhydratation contient 75 p. cent d'eau, le *Fucus platycarpus* 82 p. cent (tableau XLIII), après 30 minutes, ils renferment tous les deux la même quantité d'eau : 95,6 p. cent.

La comparaison des tableaux XLI et XLII permet de dire que pendant les premières minutes, pour des teneurs initiales en eau voisines, le *Fucus platycarpus* absorbe toujours davantage d'eau que le *Pelvetia canaliculata* ; cette différence est d'autant plus élevée que le sujet est plus desséché (7 p. cent pour une teneur initiale en eau de 16,4-17,3 p. cent, 3 p. cent pour une teneur initiale en eau de 21,9-22,8 p. cent).

Après 30 minutes de réhydratation, les résultats sont voisins pour le *Pelvetia canaliculata* et le *Fucus platycarpus*.

Quant au *Fucus vesiculosus*, le tableau XLI montre qu'il absorbe toujours moins d'eau que les deux autres espèces mentionnées, cette différence, entre la teneur en eau du *Fucus platycarpus* et la teneur en eau du *Fucus vesiculosus*, est plus élevée après 5 minutes d'absorption qu'après 30 minutes (7 p. cent au lieu de 5 p. cent).

Le tableau XLIII, où les espèces étudiées, *Fucus platycarpus* et *Fucus vesiculosus* sont assez peu desséchées, permet de constater ici encore que le *Fucus vesiculosus* absorbe moins d'eau que le *Fucus platycarpus* quelle que soit la durée d'expérimentation.

En définitive, pour une réhydratation d'une durée de 30 minutes, le *Fucus platycarpus* absorbe l'eau plus vite que le *Pelvetia canaliculata* pendant les premières minutes, pour atteindre quelle que soit la teneur initiale en eau, à peu près la même proportion, tandis que le *Fucus vesiculosus* se réhydrate plus lentement.

La réhydratation expérimentale a été poursuivie ensuite jusqu'à stabilisation du poids. Les tableaux suivants indiquent les poids obtenus et la durée nécessaire en fonction de la teneur initiale en eau pour chaque espèce.

TABLEAU XLIV

Réhydratation du *Pelvetia canaliculata* jusqu'à stabilisation du poids

Teneur initiale en eau	13,8 p. cent	15,1 p. cent	16,4 p. cent	22,8 p. cent	30,4 p. cent
Poids stabilisé	279 gr.	277 gr.	272 gr.	252 gr.	234 gr.
Temps nécessaire à la stabilisation	2 heures	2 h. 30	2 h. 45	3 heures	4 heures

TABLEAU XLV

Réhydratation du *Fucus platycarpus* jusqu'à stabilisation du poids

Teneur initiale en eau	17,3 p. cent	21,9 p. cent	27 p. cent	34,1 p. cent
Poids stabilisé	301 gr.	285 gr.	266 gr.	242 gr.
Temps nécessaire à la stabilisation		3 h. 15		

TABLEAU XLVI

Réhydratation du *Fucus vesiculosus* jusqu'à stabilisation du poids

Teneur initiale en eau	22,4 p. cent	25 p. cent	32,8 p. cent	34,3 p. cent
Poids stabilisé	291 gr.	281 gr.	253 gr.	246 gr.
Temps nécessaire à la stabilisation	4 heures			

L'examen des tableaux XLIV, XLV et XLVI montre que :

a) Une algue brune absorbe d'autant plus d'eau qu'elle est plus desséchée initialement.

b) A teneur initiale voisine (22 p. cent environ), le *Fucus vesiculosus* absorbe davantage d'eau que le *Fucus platycarpus* qui, lui-même, en absorbe plus que le *Pelvetia canaliculata.* La différence des poids stabilisés, par rapport à 100 gr. d'algues contenant 22 p. cent d'eau, est de 39 gr. entre le *Fucus vesiculosus* et le *Pelvetia canaliculata.*

c) La durée nécessaire à la stabilisation du poids est d'autant plus grande que la teneur initiale en eau est plus élevée, ainsi lorsque le *Pelvetia canaliculata* est très desséché (13,8 p. cent d'eau), il ne met que 2 heures pour se réhydrater, alors que pour une teneur en eau de 30,4 p. cent, il demande 4 heures pour stabiliser complètement son poids.

d) Pour une même teneur initiale en eau, une espèce met d'autant plus de temps à stabiliser son poids qu'elle vit à un niveau plus bas ; les différentes espèces présentant des teneurs en eau voisines de 22 p. cent, demandent 3 heures pour le *Pelvetia canaliculata,* 3 heures 15 pour le *Fucus platycarpus,* 4 heures pour le Fucus vesiculosus pour ne plus absorber d'eau.

D'après les tableaux XLIV, XLV et XLVI, connaissant le poids stabilisé et la teneur initiale en eau, la quantité d'eau finale pour 100 gr. de poids frais peut être calculée, comme précédemment, pour chaque espèce. Pour le *Pelvetia canaliculata,* le pourcentage varie entre 69,1 et

70,2, pour le *Fucus platycarpus* entre 72,3 et 72,4, pour le *Fucus vesiculosus* entre 73,3 et 73,4 et ceci quelle que soit la teneur initiale en eau.

Ces valeurs calculées sont les mêmes que celles de la teneur en eau à saturation de ces mêmes espèces, pendant la période estivale, voir tableau VII, autrement dit, les Fucacées étudiées se sont réhydratées complètement expérimentalement.

La limite d'absorption d'eau d'une espèce est d'autant plus grande que la teneur en eau à saturation, de cette même espèce, est plus élevée, ainsi le *Fucus serratus,* pour stabiliser son poids, absorbe, par immersion, en été, davantage d'eau que le *Fucus platycarpus,* qui lui-même, en absorbe plus que le *Pelvetia canaliculata.*

Ces expériences de réhydratation ont été reprises en automne, en hiver et au printemps, avec des échantillons assez peu desséchés, contenant environ de 32 à 35 p. cent d'eau, les poids obtenus sont exprimés dans le tableau XLVII où sont aussi mentionnés les résultats obtenus en été pour des teneurs en eau variant de 30,4 à 34,3 p. cent.

TABLEAU XLVII

Limites d'absorption d'eau, des différentes Fucacées, suivant la saison

	PRINTEMPS	ÉTÉ	AUTOMNE	HIVER
Pelvetia canaliculata	239	235	240	272
Fucus platycarpus	272	242	301	260
Fucus vesiculosus	304	246	255	310
Fucus serratus	336	264	318	335

Ce tableau montre que, quelle que soit la saison, la limite d'absorption d'eau du *Fucus serratus* est toujours plus élevée que celle des autres espèces, tandis que celle du *Pelvetia canaliculata* reste toujours la plus basse ; au printemps, en été et en hiver, le *Fucus vesiculosus* absorbe plus d'eau que le *Fucus platycarpus,* tandis qu'en automne l'inverse se produit, le *Fucus platycarpus* absorbe 301 p. cent d'eau alors que le *Fucus vesiculosus* n'en reprend que 255 p. cent. Le tableau XLVII permet aussi de constater que la limite d'absorption d'eau, pour toutes les espèces considérées, présente un minimum en été.

La comparaison du tableau XLVII et du tableau VII qui fournit la teneur mensuelle en eau à saturation, fait apparaître des variations de même sens.

a) Les limites d'absorption sont plus faibles en été qu'aux autres saisons ; pour toutes les espèces, la teneur en eau à saturation est minimum en été, quelle que soit l'algue considérée.

b) En automne seulement, le *Fucus platycarpus* absorbe plus d'eau que le *Fucus vesiculosus*, et cette période est la seule où la teneur en eau à saturation est plus élevée chez le premier que chez le second : 77,8 p. cent au lieu de 74 p. cent.

La réhydratation a été étudiée ensuite en fonction de la température de l'eau, les températures de 5° C, 18° C et 30° C ont été choisies : la température de 5° C représente le minimum des températures hivernales et 18° C le maximum des températures estivales de l'eau de mer (chiffres indiqués par H. Hatton pour les années 1930, 1931, 1932, 1933, 1934 et que nous avons relevés pour 1958, 1959, 1960) ; quant à la température de 30° C, elle représente la température en été des petites cuvettes peu profondes. Pratiquement, la température de 5° C a été obtenue au frigidaire, celle de 18° C est celle de l'eau de mer du Laboratoire en été, et celle de 30° C a été maintenue par une plaque chauffante. Une touffe de *Pelvetia canaliculata*, desséchée par émersion naturelle, a été divisée en trois parties aussi semblables que possible ; chacune est plongée dans un récipient rempli d'eau de mer à différentes températures maintenues constantes.

Le tableau XLVIII indique les poids obtenus après une demi-heure, puis une heure de réhydratation pour un *Pelvetia canaliculata* ne renfermant que 16,2 p. cent d'eau.

TABLEAU XLVIII

Réhydratation du *Pelvetia canaliculata* en fonction de la température (teneur initiale en eau : 16,2 p. cent)

	5° C	18° C	30° C
30 mn	224 p. cent	249 p. cent	258 p. cent
60 mn	245 p. cent	261 p. cent	265 p. cent

Pour une même espèce, présentant un degré de dessiccation semblable pour chaque échantillon, la réhydratation est d'autant plus rapide que la température est plus élevée, sans que toutefois les variations soient proportionnelles aux variations de température. Pour une différence de 13° C (entre 18° C et 5° C) la variation de poids est de 25 p. cent au bout de 30 minutes, tandis que pour une différence de 12° C entre les températures élevées de 30° C et 18° C, la variation apparaît de l'ordre de 9 p. cent.

A l'aide du tableau précédent, connaissant la teneur initiale en eau du *Pelvetia canaliculata* expérimental (16,2 p. cent), on peut calculer la quantité d'eau, pour cent de poids frais, retenue en 30 mn, puis 60 mn, en fonction de la température. Sachant que la teneur en eau à saturation en août est de 69,3 p. cent, en septembre de 70 p. cent, mois où ont été faites les expériences, la teneur pour cent d'eau à saturation en fonction de la température peut être indiquée (tableau XLIX).

TABLEAU XLIX

Teneur en eau du *Pelvetia canaliculata* en fonction de la température

	5° C	18° C	30° C
30 mn	62,5 p. cent	66,5 p. cent	67,5 p. cent
60 mn	65,8 p. cent	67,9 p. cent	68,3 p. cent

Quelle que soit la température, la réhydratation du *Pelvetia* est rapide pendant les 30 premières minutes d'immersion, puis devient lente pendant les 30 minutes suivantes : à 5° C, cette algue après 30 minutes contient 62,5 p. cent et 65,8 p. cent après 60 minutes, donc pendant les 30 dernières minutes, elle n'a absorbé que 3,3 p. cent d'eau à 5° C, 1,4 p. cent à 18° C et 0,8 p. cent à 30° C.

D'autre part, la réhydratation pendant le même temps est d'autant plus importante que la température est plus élevée, les variations sont d'ailleurs plus marquées entre 5° C et 18° C, qu'entre 18° C et 30° C. Autrement dit, le *Pelvetia canaliculata* atteindra d'autant plus vite sa saturation en eau que la température de celle-ci sera plus élevée.

Le tableau L, qui indique la teneur pour cent d'eau à saturation, montre qu'après 1 heure de réhydratation, le *Pelvetia canaliculata* renferme 97 p. cent d'eau à 18° C et 98,5 p. cent à 30° C, chiffre qui est très voisin de la saturation dans les conditions naturelles.

TABLEAU L

Teneur pour cent d'eau à saturation du *Pelvetia canaliculata*

	5° C	18° C	30° C
30 mn	89,2 p. cent	94,7 p. cent	97,2 p. cent
60 mn	94 p. cent	97 p. cent	98,5 p. cent

En résumé, la réhydratation dans l'eau de mer, rapide au début de l'immersion, plus lente ensuite, est d'autant plus importante que l'espèce considérée appartient à un niveau plus bas et que la température est plus élevée, mais elle varie aussi avec les saisons et présente toujours des valeurs minima en été.

B. — Réhydratation en eau douce.

En morte-eau, les Fucacées des niveaux supérieurs : *Pelvetia canaliculata, Fucus platycarpus* et *Fucus vesiculosus,* peuvent être exposés à l'eau de pluie, pendant plusieurs heures, sinon plusieurs jours et se

réhydrater par l'eau douce. Pour étudier cette absorption au Laboratoire, les échantillons exondés in situ et dont la teneur en eau restante a été déterminée, sont plongés dans un cristallisoir contenant de l'eau distillée fraîchement préparée, et dont la température est voisine de 18° C.

Cette question de la réhydratation est complexe, car l'imbibition des colloïdes est limitée par les sels qui diffusent dans le milieu, c'est pourquoi dans toutes les expériences, la quantité d'eau distillée est assez importante et de l'ordre de 1 litre pour des échantillons dont le poids varie entre 2,5 et 3 grammes.

Les résultats obtenus par immersion dans l'eau distillée, pendant 30 minutes, comparés à ceux obtenus, le même jour, dans de l'eau de mer à 18° C, à partir d'échantillons ayant la même teneur initiale en eau, sont exposés, pour chaque espèce, dans les tableaux LI, LII et LIII. Les graphiques (fig. 33 et 34) représentent la réhydratation en eau douce du *Pelvetia canaliculata* et du *Fucus platycarpus*.

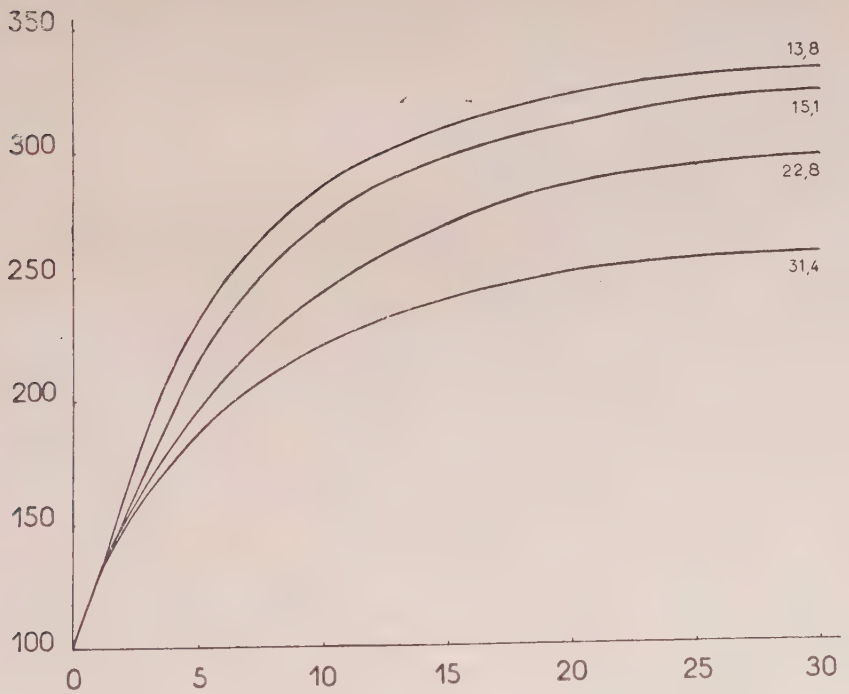

Fig. 33. — Représentation graphique de la réhydratation en eau douce, pendant 30 minutes, du *Pelvetia canaliculata*, en fonction de la teneur initiale en eau.

TABLEAU LI

Comparaison entre les réhydratations du *Pelvetia canaliculata* dans l'eau de mer et l'eau douce

TENEUR EN EAU		5 mn	10 mn	15 mn	20 mn	25 mn	30 mn
13,8 p. cent	eau de mer	176	233	255	261	264	265
	eau douce	232	287	311	325	332	335
15,1 p. cent	eau de mer	176	218	243	250	254	257
	eau douce	216	272	298	312	322	326
22,8 p. cent	eau de mer	176	207	222	230	235	238
	eau douce	196	244	271	288	295	300
31,4 p. cent	eau de mer	176	200	213	215	217	220
	eau douce	187	223	242	252	258	261

TABLEAU LII

Comparaison entre les réhydratations du *Fucus platycarpus* dans l'eau de mer et l'eau douce

TENEUR EN EAU		5 mn	10 mn	15 mn	20 mn	25 mn	30 mn
21,9 p. cent	eau de mer	197	226	239	246	254	257
	eau douce	222	259	281	294	302	307
27 p. cent	eau de mer	188	212	224	232	239	244
	eau douce	204	236	255	261	283	292
34,1 p. cent	eau de mer	174	195	208	213	218	220
	eau douce	188	218	229	239	248	254

TABLEAU LIII

Comparaison entre les réhydratations du *Fucus vesiculosus* dans l'eau de mer et l'eau douce

TENEUR EN EAU		5 mn	10 mn	15 mn	20 mn	25 mn	30 mn
32,8 p. cent	eau de mer	157	180	191	196	198	201
	eau douce	166	192	209	217	223	227

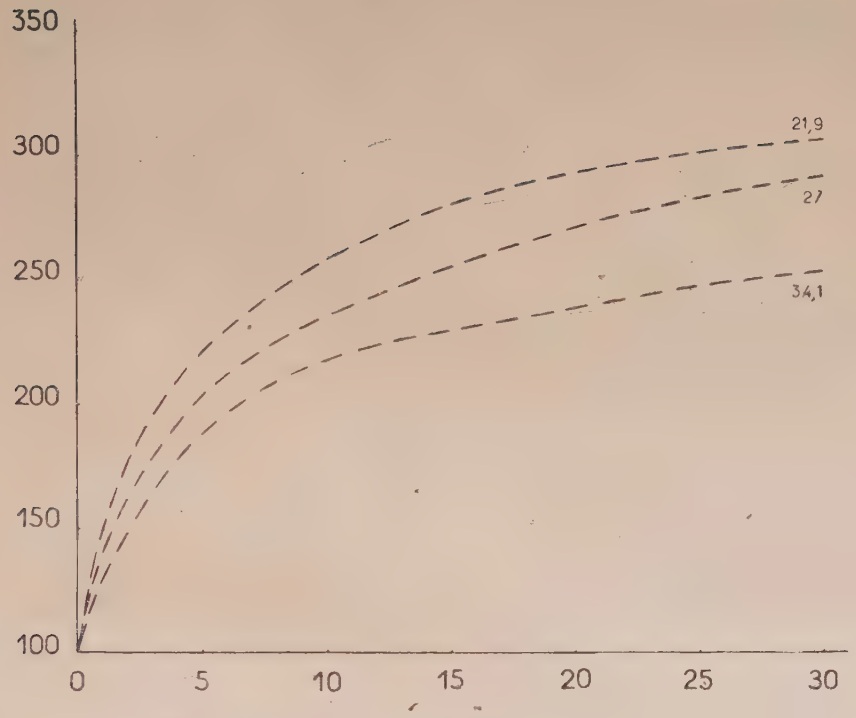

Fig. 34. — Représentation graphique de la réhydratation en eau douce, pendant 30 minutes, du *Fucus platycarpus*, en fonction de la teneur initiale en eau.

Pour le *Pelvetia canaliculata*, l'eau distillée est absorbée très rapidement et ceci d'autant plus que l'algue est plus desséchée. Après 5 minutes d'expérience sur une algue très desséchée, ne contenant que 13,8 p. cent d'eau, l'absorption de l'eau distillée est 232 p. cent du poids initial, tandis que celle de l'eau de mer est 176 p. cent ; le *Pelvetia canaliculata* peut donc absorber en 5 minutes, dans l'eau distillée, 56 p. cent d'eau de plus que dans l'eau de mer.

Cette différence est de 40 p. cent pour l'échantillon contenant 15,1 p. cent d'eau et de 11 p. cent seulement pour celui en contenant 31,4 p. cent.

Après 30 minutes d'immersion, la quantité d'eau absorbée apparaît toujours plus élevée, dans l'eau douce que dans l'eau de mer, et cela quel que soit le degré de dessiccation du *Pelvetia canaliculata*.

Le tableau LIV traduit les temps, mis par le *Pelvetia canaliculata*, pour se réhydrater, d'une part dans l'eau douce, d'autre part dans l'eau de mer, de telle sorte que le poids devienne égal à 200 p. cent, puis à 250 p. cent du poids initial.

TABLEAU LIV

Temps mis par le *Pelvetia canaliculata* pour atteindre par réhydratation 200 p. cent, 250 p. cent de son poids initial

	13,8 p. cent	15,1 p. cent	22,8 p. cent	31,4 p. cent
200 p. cent du poids				
— eau douce	3 mn 4/10	4 mn 1/4	5 mn 1/4	6 mn 4/10
— eau de mer	7 mn	7 mn 1/2	8 mn 1/2	10 mn
250 p. cent du poids				
— eau douce	6 mn 2/10	7 mn 1/2	11 mn	18 mn 1/2
— eau de mer	13 mn 1/2	20 mn		

Quel que soit le degré de dessiccation, l'absorption est beaucoup plus rapide dans l'eau douce que dans l'eau de mer et, dans le cas d'échantillons très desséchés (13,8 p. cent d'eau restante), la durée varie dans une proportion voisine du simple au double (3 minutes 4/10 pour l'eau douce et 7 minutes pour l'eau de mer).

Pour le *Fucus platycarpus,* les conclusions apparaissent identiques. Cette algue, pendant le même temps, absorbe plus d'eau douce que d'eau de mer, et la différence, ici encore, est d'autant plus marquée que l'échantillon est plus desséché. Les durées d'absorption d'eau de mer et d'eau douce, sont notées dans le tableau LV.

TABLEAU LV

Temps mis par le *Fucus platycarpus* pour atteindre par réhydratation 200 p. cent, 250 p. cent de son poids initial

	21,9 p. cent	27 p. cent	34,1 p. cent
200 p. cent du poids			
— eau douce	3 mn 3/10	4 mn 7/10	6 mn 1/2
— eau de mer	5 mn 1/4	7 mn	11 mn 1/2
250 p. cent du poids			
— eau douce	8 mn 1/2	13 mn 1/2	26 mn
— eau de mer	21 mn 1/2		

L'examen de ce tableau montre que, pour absorber la même quantité d'eau, il faut beaucoup moins de temps en eau douce qu'en eau de mer.

Comparons maintenant des échantillons de *Pelvetia canaliculata* et de *Fucus platycarpus* présentant sensiblement le même degré de déshydratation (22,8 p. cent d'eau restante pour le 1er, 21,9 p. cent pour le 2e) ; d'après les tableaux LI et LII, il apparaît que le *Fucus platycarpus*

absorbe, pendant le même temps, davantage d'eau douce que le *Pelvetia canaliculata*. D'après les tableaux LIV et LV, la réhydratation est plus rapide chez le *Fucus platycarpus* que chez le *Pelvetia canaliculata :* 3 minutes 3/10 au premier, contre 5 minutes 1/4 au second sont nécessaires pour doubler le poids d'échantillons dont la teneur initiale en eau est voisine.

Quant au comportement du *Fucus vesiculosus*, en eau douce, par rapport aux autres espèces, il est identique à son comportement en eau de mer, c'est-à-dire que la réhydratation est plus faible et moins rapide que celle du *Fucus platycarpus*.

L'étude de la réhydratation du *Fucus serratus* semble beaucoup plus délicate, cette espèce n'étant exondée que quelques heures à marée basse; elle n'a donc pas le temps matériel de se déshydrater de façon importante, puis d'absorber l'eau de pluie, car les jours pluvieux, le degré hygrométrique, très élevé, ne permet pas la dessiccation.

TABLEAU LVI

Comparaison entre les teneurs en eau du *Pelvetia canaliculata* après réhydratation dans l'eau de mer et dans l'eau douce

TENEUR EN EAU		5 mn	10 mn	15 mn	20 mn	25 mn	30 mn
13,8 p. cent	eau de mer	51	63	66,1	66,9	67	67,4
	eau douce	62,8	69,9	72,2	73,4	74,0	74,2
16,1 p. cent	eau de mer	51,7	61,1	65	66	66,5	66,9
	eau douce	60,7	68,7	71,5	72,7	73,6	73,9
22,8 p. cent	eau de mer	56,1	62,7	65,2	66,4	67,1	67,5
	eau douce	60	68,3	71,5	73,1	73,8	74,2
30,4 p. cent	eau de mer	61	65,2	67,3	67,6	67,9	68,3
	eau douce	62,7	68,7	71,2	72,3	73,0	73,3

TABLEAU LVII

Comparaison entre les teneurs en eau du *Fucus platycarpus* après réhydratation dans l'eau de mer et dans l'eau douce

TENEUR EN EAU		5 mn	10 mn	15 mn	20 mn	25 mn	30 mn
21,9 p cent	eau de mer	60,3	65,4	67,3	68,3	69,2	69,7
	eau douce	64,8	69,8	72,2	73,4	74,1	74,5
27 p. cent	eau de mer	61,1	65,5	67,4	68,5	69,4	70
	eau douce	64,2	69	71,3	72,0	74,6	75
34,1 p. cent	eau de mer	62,1	66,2	68,4	69,3	69,7	70
	eau douce	64,9	69,7	71,2	72,4	73,4	74,0

A l'aide des tableaux LI, LII et LIII, il est possible de déterminer, pour les trois espèces étudiées, la teneur en eau lors de la réhydratation en eau de mer et en eau douce, les résultats obtenus sont indiqués dans les trois tableaux LVI, LVII et LVIII.

TABLEAU LVIII

Comparaison entre les teneurs en eau du *Fucus vesiculosus* après réhydratation dans l'eau de mer et dans l'eau douce

TENEUR EN EAU		5 mn	10 mn	15 mn	20 mn	25 mn	30 mn
32,8 p. cent	eau de mer	57,1	62,6	64,8	65,7	66	66,5
	eau douce	59,5	65	67,8	68,5	69,1	70,3

Le tableau LVI montre que le *Pelvetia canaliculata,* quel que soit son état initial, absorbe toujours davantage en eau douce qu'en eau de mer et suit ainsi les lois de l'osmose.

L'absorption très rapide pendant les cinq premières minutes — supérieure à 60 p. cent — devient ensuite plus lente pour atteindre, après 30 minutes d'immersion dans l'eau distillée, une valeur comprise entre 73,3 p. cent et 74,2 p. cent et ceci quelle que soit la teneur initiale en eau de l'échantillon. Pendant le même temps, dans les mêmes conditions, la teneur en eau du *Pelvetia canaliculata,* immergé dans l'eau de mer, varie entre 66,9 et 68,3 p. cent, alors que la teneur en eau à saturation, en septembre où ont été faites ces expériences, est de 70 p. cent.

Le *Pelvetia canaliculata,* dans l'eau distillée, absorbe donc davantage d'eau qu'il n'en contient à saturation dans l'eau de mer, cette augmentation est de 4 p. cent environ après 30 minutes de réhydratation.

L'examen du tableau LVII permet les mêmes déductions : en eau douce, le *Fucus platycarpus* absorbe jusqu'à 75 p. cent d'eau, sa teneur en eau à saturation étant de 72,6 p. cent, il retient 2,4 p. cent d'eau de plus qu'à saturation en eau de mer. Le *Pelvetia canaliculata* paraît donc capable de retenir plus d'eau douce que le *Fucus platycarpus.*

Quant au *Fucus vesiculosus,* tableau LVIII, sa réhydratation en eau douce est plus lente que celle des deux autres espèces étudiées ; elle n'atteint après 30 minutes que 70,3 p. cent, chiffre inférieur à la teneur en eau à saturation qui est de 73,4 p. cent. Cette constatation avait aussi été faite lors de la réhydratation en eau de mer et attribuée à la présence des vésicules.

Cette étude de la réhydratation en eau douce a été poursuivie sur place, en morte-eau, après de fortes pluies. Plusieurs pesées, faites le 16 avril 1959, à 15 heures, après des pluies abondantes et continues pendant 4 heures, ont donné, en moyenne, les résultats suivants :

Pelvetia canaliculata .... 80,7 p. cent
Fucus platycarpus ..... 81,9 p. cent
Fucus vesiculosus ..... 80,5 p. cent

Or, la teneur en eau, à saturation d'eau de mer, quelques jours auparavant, voir tableau VII, était la suivante :

Pelvetia canaliculata	74,6 p. cent
Fucus platycarpus	76 p. cent
Fucus vesiculosus	79,6 p. cent

Ces Fucacées ont donc absorbé de l'eau de pluie, bien qu'étant saturées d'eau : le *Pelvetia canaliculata,* 6,1 p. cent ; le *Fucus platycarpus,* 5,9 p. cent ; et le *Fucus vesiculosus,* 0,9 p. cent. Le *Pelvetia canaliculata* et le *Fucus platycarpus* ont donc absorbé à peu près la même quantité d'eau de pluie, par rapport à leur teneur en eau à saturation, tandis que le *Fucus vesiculosus* n'en a absorbé que très peu, mais étant donné son habitat, il reçoit plus d'embruns, et se trouve moins directement en contact avec l'eau de pluie.

Lorsqu'un algue est en contact direct avec l'eau douce, tout en absorbant l'eau, elle abandonne, sans doute, des sels dans le milieu.

Des mesures ont été faites à ce sujet. Chaque Fucacée étudiée, cueillie entière lorsque la mer la quitte, est passée rapidement à l'eau douce pour entraîner l'eau de mer se trouvant à sa surface, essuyée, pesée, puis desséchée au laboratoire de façon qu'elle perde environ la moitié de son eau. Elle est placée dans un volume déterminé d'eau distillée. Un prélèvement d'eau fait toutes les cinq minutes pendant une demi-heure, permet d'évaluer, après dosage au nitrate d'argent, la quantité d'halogènes abandonnés par chaque Fucacée ; les résultats ramenés à 100 grammes d'algue fraîche sont, en moyenne, les suivants :

après 5 minutes d'immersion

Pelvetia canaliculata	0,68 gr.
Fucus platycarpus	0,96 gr.
Fucus vesiculosus	0,81 gr.
Fucus serratus	1,01 gr.

Les dosages faits après une durée d'immersion supérieure à 5 minutes montrent que les pourcentages restent constants jusqu'à ce que l'algue considérée soit lésée et que par suite il y ait diffusion de ses pigments.

Teneur en halogènes des Fucacées étudiées

La teneur en halogènes est déterminée par dosage, après broyage à l'aide de sable de Fontainebleau. Les chiffres moyens obtenus pour 100 gr. d'algue fraîche sont les suivants :

Pelvetia canaliculata	1,08 gr.
Fucus platycarpus	1,30 gr.
Fucus vesiculosus	1,22 gr.
Fucus serratus	1,40 gr.

La comparaison de ces résultats montre que :

— Le *Pelvetia canaliculata* perd par diffusion dans l'eau douce, moins de sels solubles (sous forme d'halogènes) que le *Fucus serratus.*

— Le *Fucus serratus* contient sur le vivant plus d'halogène que le *Pelvetia canaliculata.*

— La rétention pour cent de chaque espèce est la suivante :

Pelvetia canaliculata	0,40 gr.
Fucus platycarpus	0,34 gr.
Fucus vesiculosus	0,41 gr.
Fucus serratus	0,39 gr.

Autrement dit, quelle que soit l'espèce considérée, pour une saison déterminée, la rétention des halogènes, par suite d'immersion expérimentale dans l'eau distillée, est sensiblement du même ordre.

Si les échantillons des différentes espèces séjournent plusieurs heures dans l'eau distillée, l'absorption ne présente pas de limite comme dans le cas de l'eau de mer, elle continue jusqu'à diffusion du pigment brun dans l'eau, diffusion qui survient après plusieurs jours, et qui accompagne la mort du sujet.

Il faut remarquer cependant que, dans le cas des *Fucus platycarpus* et des *Fucus vesiculosus,* l'absorption d'eau douce provoque la formation de boursouflures dans les parties jeunes du thalle de l'algue encore vivante, de part et d'autre de la nervure. Ces boursouflures sont semblables, en apparence, à celles observées sur les Fucacées vasicoles, bien que le contenu en soit différent.

De telles formations ne s'observent jamais chez le *Pelvetia canaliculata* qui, du fait de son habitat, subit l'action prolongée de la pluie sans pour autant paraître lésé.

En résumé, la réhydratation expérimentale en eau douce montre que le *Pelvetia canaliculata* et le *Fucus platycarpus* se comportent à peu près de la même façon, bien que le *Pelvetia canaliculata* paraisse capable d'absorber un peu plus d'eau.

Dans la nature, le phénomène semble différent.

Le dosage des halogènes contenus dans l'eau qui s'écoule des *Pelvetia,* après de fortes pluies, a été fait à plusieurs reprises. La salinité la plus faible, déterminée d'après la formule de Knudsen, a été obtenue le 16 avril 1959 où les *Pelvetia,* émergés depuis le 14, avaient reçu la pluie tombée en abondance durant la nuit du 15 au 16, ainsi que pendant une partie de la journée du 16. Cette salinité était de 2,51.

Cette salinité est due, sans doute, au fait que l'eau de pluie qui mouille les algues devient saumâtre par contact et par ruissellement le long du rocher et du manteau algal qui lui, comme il a été constaté dans l'expérience précédente, lâche peut-être alors une partie de ses sels solubles.

En conséquence, il est possible de dire que, malgré l'importance des pluies et leur durée, l'ensemble des *Pelvetia* demeure en un milieu légèrement saumâtre.

VI. — *ETUDE MICROSCOPIQUE DE QUELQUES FUCACEES.*

Dans ce chapitre, seront comparées du point de vue morphologique, la structure des membranes de quelques algues brunes immergées et celle des mêmes espèces desséchées par exondation naturelle.

Des coupes minces ont été faites à la main, de façon à léser le moins possible l'intégrité cellulaire. Dans le cas des algues fraîchement exondées, deux séries d'observations ont été faites au microscope : les premières dans l'eau de mer, les secondes dans une solution de rouge de ruthenium dissous dans l'eau de mer, de façon à mettre mieux en évidence les différentes parties membranaires. Pour les algues desséchées, l'observation est réalisée dans de l'huile de paraffine afin qu'il n'y ait aucun apport d'eau.

Structure du Pelvetia canaliculata

1) *Echantillon frais.* Une coupe transversale, au niveau de la première dichotomie apicale, permet de distinguer deux zones nettement marquées : la zone externe, ou écorce, composée de quelques assises de cellules adhérentes entre elles et pauvres en ciment intercellulaire, puis, occupant la majeure partie du thalle, une moelle formée de cellules arrondies, isolées, un peu plus importantes que celles de l'écorce, et réunies entre elles par un ciment abondant (voir fig. 35 A).

Chaque cellule, qu'elle appartienne à l'écorce ou à la moelle, est caractérisée par une membrane épaisse et par un cytoplasme réduit (mise à part la première couche cellulaire de l'écorce dont le cytoplasme semble occuper toute la cellule).

Une légère coloration au rouge de ruthenium dans l'eau de mer permet de distinguer deux zones membranaires : la première, entourant le cytoplasme, est très faiblement colorée en rose et présente des stries concentriques. Avec le chlorure de zinc iodé, elle se teint en bleu. En lumière polarisée, elle donne, de façon constante et très marquée le phénomène de la croix noire. D'après M. Quillet, cette paroi est « capable de se résoudre lentement en glucose par l'hydrolyse acide » et serait de nature « para cellulosique ».

La seconde zone membranaire, d'épaisseur à peu près identique à la précédente, se colore intensément et uniformément par le rouge de ruthénium et, en lumière polarisée, ne paraît que très peu réfringente ; elle est constituée par de l'algine, abondante chez les Fucacées.

Quant au ciment, situé entre les cellules de la moelle, il se colore faiblement par le rouge de ruthenium.

D'après M. Quillet, ce ciment mucilagineux serait moins riche en éléments uroniques que la seconde zone membranaire.

Des coupes longitudinales montrent que la moelle est formée de filaments réguliers, constitués par des éléments cylindriques de 60 microns environ de longueur. Ces cellules sont séparées par une membrane moyenne, colorée par le rouge de ruthénium, et intensément réfrigente. Le ciment qui unit ces filaments paraît adhérer fortement à leur surface

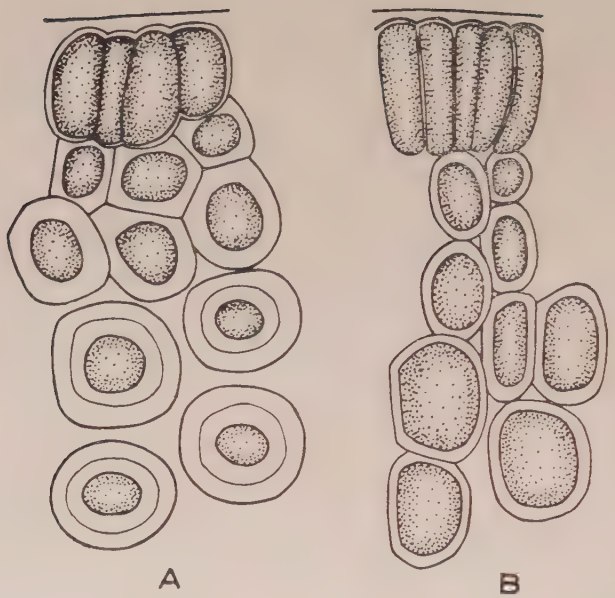

Fig. 35. — *Pelvetia canaliculata :* coupes transversales au niveau de la première dichotomie apicale.
A : échantillon frais.
B : échantillon desséché.

et présente des stries fines, perpendiculaires à l'axe des cellules. De plus, en lumière polarisée, il se montre légèrement réfringent.

2) *Echantillon desséché.* Ces échantillons ont subi une perte d'eau de 50 p. cent environ.

Des coupes transversales, au niveau de la première dichotomie apicale, examinées dans l'huile de paraffine, révèlent de profondes modifications par rapport aux coupes faites sur des échantillons frais :

a) L'épaisseur de la membrane a diminué, mais l'absence de coloration ne permet plus de distinguer plusieurs zones.

b) Le ciment mucilagineux, qui relie les cellules entre elles, se trouve réduit et prend un aspect corné (voir fig. 35 B).

Lors de la dessiccation, le ciment mucilagineux joue un rôle important, car il se dessèche facilement pour reprendre rapidement l'eau lors de la réhydratation. Comme l'a fait remarquer M. Quillet, l'algine, qui constitue une partie de la membrane, et le ciment mucilagineux, possèdent un double rôle protecteur lors de la résistance à la dessiccation.

« L'algine, dit-il, est responsable, sans doute, de la rétention d'eau et de la filtration minérale (échange d'ions) indispensable à la survie des cytoplasmes ; il est facile de constater combien est difficile le dessèchement du gel hyalin au laboratoire. »

Le mucilage étroitement lié à la membrane protège vraisemblablement l'algine contre la perte d'eau, algine qui se trouve non seulement dans la région externe de la membrane, mais aussi dans la membrane intercellulaire.

Lors de l'étude expérimentale de la dessiccation, nous avons constaté que la perte d'eau était très rapide pendant les premières heures, pour devenir ensuite très lente. Le mucilage perd, sans doute, le premier, l'eau qu'il renferme ; il devient corné et, à partir de ce moment, son rôle de protection, vis-à-vis des membranes cellulaires s'établit.

Les observations faites pendant la morte-eau du 26 au 29 août 1959 montrent que la perte de poids sous forme d'eau, par rapport au poids initial, chez le *Pelvetia canaliculata,* est de 48,1 p. cent le premier jour, de 52,7 p. cent le second jour, de 55 p. cent le troisième jour et de 55,2 p. cent le quatrième jour.

D'où provient ce ralentissement de la dessiccation alors que la plante renferme encore de l'eau ? Faut-il croire au rôle protecteur du ciment corné ou à un équilibre entre la membrane et le ciment ? Du point de vue physico-chimique la pression d'imbibition augmente quand les colloïdes se dessèchent et l'eau se trouve ainsi retenue plus fortement ; quoiqu'il en soit, la perte d'eau aboutit, chez les *Pelvetia* observés, à une diminution d'épaisseur de la membrane et à la modification du ciment mucilagineux qui devient corné.

Structure du Fucus platycarpus

Les modifications observées sur les échantillons secs de *Pelvetia canaliculata,* et mentionnés ci-dessus, se retrouvent chez le *Fucus platycarpus,* et, ici encore, sont particulièrement bien visibles au niveau de la moelle. La perte de poids par exondation se fait, sans doute, chez ces deux espèces, par un processus semblable.

D'après l'étude expérimentale des variations de la perte de poids, nous avons vu que, dans tous les cas, le *Fucus platycarpus* perd plus de poids sous forme d'eau que le *Pelvetia canaliculata ;* d'autre part, l'observation montre que lors de la dessiccation par exondation naturelle, il abandonne encore plus d'eau que le *Pelvetia canaliculata.* Les chiffres obtenus pendant la période de morte-eau s'étendant du 10 au 13 septembre 1959, sont les suivants :

	1er jour	2e jour	3e jour	4e jour
Fucus platycarpus	49,2	54,1	59,5	59,9
Pelvetia canaliculata	48,3	53,1	55,4	55,7
Différence	0,9	1	4,1	4,2

La différence entre les poids perdus journellement, par les *Fucus platycarpus* et les *Pelvetia canaliculata,* est peu marquée et n'atteint que 1 p. cent pendant les deux premiers jours ; puis, elle devient plus importante, lorsque la dessiccation se fait plus lente, c'est-à-dire lorsque les plantes atteignent le pourcentage maximum de poids qu'elles peuvent

perdre dans la nature. Cette différence est alors de l'ordre de 4 p. cent. Ce qui revient à dire que le *Fucus platycarpus* offre une moins grande résistance à la dessiccation que le *Pelvetia canaliculata.*

Le *Pelvetia canaliculata* et le *Fucus platycarpus* présentent, dans l'ensemble, une structure identique. Toutefois, la présence d'une nervure chez les Fucus apporte quelques modifications. Les membranes des cellules de cette nervure semblent renfermer moins d'algine que celles de la lame. En effet, une coloration au rouge de ruthénium montre que, dans son ensemble, la lame est plus colorée que la nervure et que, d'autre part, la membrane externe, riche en algine, des cellules de la lame est plus épaisse que celle de la nervure. Or, la nervure représente une surface cellulaire importante, son épaisseur étant environ trois fois celle de la lame. D'autre part, le tissu qui la constitue est serré et riche en mucilage.

Peut-on dire que la répartition différente des mucilages et de l'algine, chez les *Pelvetia canaliculata* et les *Fucus platycarpus,* explique la moins grande résistance à la dessiccation des Fucus par rapport aux Pelvetia ?

Après avoir essayé de dégager les rapports entre la morphologie et la résistance à la dessiccation, chez les espèces exondables, il sera procédé, pour vérification, à l'étude de la structure d'une algue non soumise à l'exondation naturelle, en l'occurence le *Bifurcaria tuberculata,* ainsi qu'à son comportement après dessiccation expérimentale.

Structure du Bifurcaria tuberculata

Cette algue vit le plus souvent en cuvette dans la région de Saint-Malo, mais, lorsqu'elle est fixée sur les rochers, au niveau des premières Laminaires, elle n'émerge qu'aux marées basses de vive-eau, et l'émersion est de si courte durée qu'elle ne permet pas la dessiccation.

Les *Bifurcaria tuberculata* ne sont donc pas faits pour vivre exondés, d'ailleurs, en été, on peut souvent remarquer que les extrémités qui sortent de l'eau des cuvettes, par suite d'une évaporation rapide, se nécrosent et deviennent noires.

La structure du thalle frais, puis celle du thalle desséché expérimentalement en l'abandonnant à l'air ont été étudiées.

1) *Bifurcaria tuberculata frais.* La structure est caractérisé par un tissu cortical très développé qui entoure un tissu médullaire serré constitué par des cellules plus polyédriques que celles des Fucacées.

La zone corticale, ou écorce, est formée de cellules allongées, polyédriques, de grande taille ; chaque cellule est ici encore entourée de deux membranes, l'une est légèrement teintée par le rouge de ruthenium, et colorée en bleu par le chlorure de zinc iodé, en lumière polarisée, elle apparaît réfringente. L'autre, beaucoup plus mince, se colore fortement par le rouge de ruthenium, mais ne présente ni réfringence, ni réaction avec le chlorure de zinc iodé. Ces cellules polyédriques, formant entre elles un tissu serré, ménagent aux angles des espaces, qui apparaissent en coupes de forme triangulaire et sont remplis d'un ciment qui se colore très fortement par le rouge de ruthenium (fig. 36).

2) *Bifurcaria tuberculata desséché.* La dessiccation provoque une désorganisation cellulaire importante : les cellules, dans leur ensemble, sont ratatinées, de formes irrégulières, les membranes deviennent très minces.

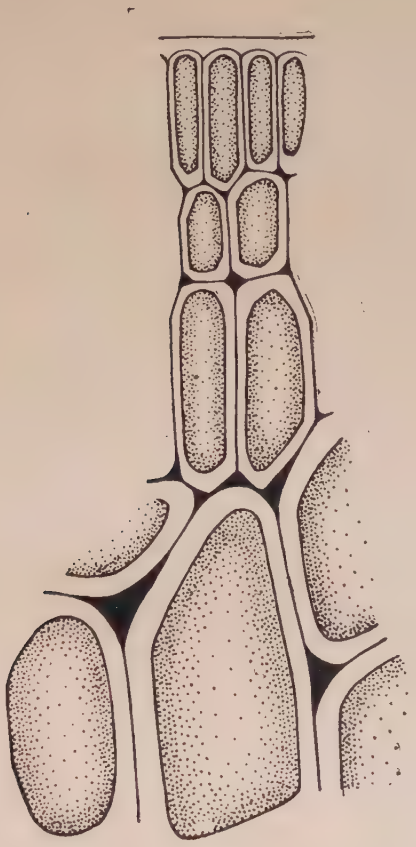

Fig. 36. — *Bifurcaria tuberculata :* coupe transversale.

La quantité réduite de mucilage, situé seulement au niveau de la moelle, l'existence d'une écorce développée et riche en algine qui retient l'eau, expliquent sans doute que les *Bifurcaria tuberculata* ne sont pas faits pour vivre exondés et ne peuvent accidentellement s'y adapter, car les modifications cellulaires qu'ils subissent lorsqu'on les soumet à une dessiccation artificielle, sont telles qu'elles entraînent la mort du sujet.

VII. — *CONCLUSIONS GENERALES.*

L'étude de l'exondation naturelle des Fucacées a permis de constater que :

— La quantité d'eau perdue par rapport à 100 gr. d'eau contenue à saturation est importante, car elle varie entre 80 et 84,6 p. cent suivant les espèces considérées.

— Elle est très rapide au début de l'exondation ; ainsi, le premier jour de la morte-eau, le *Pelvetia canaliculata* peut perdre 69 p. cent d'eau, alors qu'au bout du quatrième jour il n'a abandonné au total que 80 p. cent.

— La proportion d'eau perdue est d'autant plus élevée que l'espèce considérée vit plus bas : ainsi, le *Fucus vesiculosus* perd plus d'eau que le *Fucus platycarpus* qui, lui-même, en abandonne plus que le *Pelvetia canaliculata.*

L'étude expérimentale des fluctuations de la teneur en eau des Fucacées a montré qu'en milieu à humidité relative variable et à température constante :

— Une espèce perd d'autant plus rapidement son eau que son niveau bionomique est plus bas et que l'atmosphère est plus sèche.

— Pour des humidités relatives élevées, comprises entre 54,7 et 79,5 p. cent, les pertes d'eau définitives sont très voisines, sinon égales pour une même espèce. En outre, elles varient assez peu d'une espèce à l'autre (2 p. cent environ entre le *Fucus serratus* et le *Pelvetia canaliculata* pour une humidité relative de 54,7 p. cent).

— Pour des humidités relatives très basses (de 20 à 32,3 p. cent), la perte d'eau est très rapide et entraîne la mort du sujet.

— Mais le facteur essentiel, pour la survie de l'algue considérée, semble être la vitesse de dessiccation surtout pendant les premières heures, car l'expérience prouve qu'une algue qui perd trop rapidement son eau ne peut subsister.

En milieu à humidité relative constante et à température variable, les Fucacées perdent d'autant plus d'eau que la température du milieu qui les entoure est plus élevée.

— Pour une même température, une algue abandonne, pendant le même temps, d'autant plus d'eau que son niveau bionomique est plus bas.

L'étude expérimentale montre que, lorsque les algues se dessèchent par exondation, leur surface diminue de façon importante (47 à 59 p. cent), mais cette diminution n'est pas la même pour les différentes espèces considérées et varie avec l'état hygrométrique au niveau des Fucacées.

— Les algues qui perdent le moins d'eau diminuent le plus de surface.

— Les variations de diminution de surface entre les différentes Fucacées sont assez importantes — 8 p. cent entre le *Pelvetia canalicu-*

lata et le *Fucus serratus* pour une humidité relative de 79,5 p. cent — alors que dans les mêmes conditions, les variations de perte d'eau ne sont que de 1,5 p. cent.

L'étude expérimentale de la dessiccation en milieu à intensité de vent variable et à température constante montre que :

— La perte d'eau, pour une même intensité de vent est d'autant plus importante que l'espèce considérée vit à un niveau plus bas.

— Cette perte, pendant les premières heures de dessiccation, d'autant plus importante que l'intensité du vent est grande, peut provoquer la mort du sujet.

Dans ces conditions (intensité de vent variable et température constante) une vitesse trop grande de dessiccation entraîne la mort du sujet.

La réhydratation expérimentale dans l'eau de mer permet de conclure que :

— Le phénomène est extrêmement rapide, en 5 minutes, l'algue reprend toujours plus de 75 p. cent d'eau par rapport à 100 grammes d'eau à saturation, quelle que soit l'espèce considérée et sa teneur initiale en eau. Après 30 minutes, le *Pelvetia canaliculata* comme le *Fucus platycarpus,* contient 95 p. cent d'eau.

Seule la réhydratation du *Fucus vesiculosus* est plus lente, du fait sans doute de ses vésicules qui le font flotter.

— Pour une même teneur initiale en eau, une espèce met d'autant plus de temps à se réhydrater totalement qu'elle vit à un niveau plus bas.

— La réhydratation est d'autant plus rapide que la température de l'eau de mer est plus élevée.

La réhydratation dans l'eau douce, quelle que soit l'espèce considérée, est plus rapide qu'en eau de mer.

— Lorsque les espèces présentent le même degré de déshydratation, la réhydratation dans l'eau douce pendant le même temps est d'autant plus rapide que l'espèce considérée vit plus bas.

— Les algues exondées, exposées à la pluie, absorbent davantage d'eau, qu'elles n'en renferment normalement à saturation ; ainsi, après de fortes pluies, elles peuvent contenir plus de 6 p. cent d'eau de plus.

— Elles perdent par diffusion dans l'eau douce d'autant plus de sels solubles — sous forme d'halogènes — que l'espèce considérée vit plus bas.

Toutes les expériences précédentes montrent que le facteur essentiel est la vitesse de déshydratation quel que soit le facteur déshydratant : une algue ne peut perdre rapidement son eau, sans en souffrir et ceci d'autant plus qu'elle vit à un niveau plus bas.

L'observation microscopique a montré que la membrane des cellules des Fucacées est riche en algine et que le ciment mucilagineux intercellulaire est plus ou moins abondant suivant les espèces.

L'algine est responsable de la rétention d'eau et de la filtration minérale.

Le mucilage, qui peut se dessécher facilement et se réhydrater rapidement, protège vraisemblablement l'algine contre la perte d'eau.

L'étude expérimentale de la dessiccation a prouvé que la perte d'eau était importante et rapide pendant les premières heures, pour devenir plus lente ensuite ; ceci correspond, peut-être, au fait que le mucilage perdrait le premier l'eau qu'il contient pour devenir plus ou moins corné suivant l'intensité de la dessiccation, et, à partir de ce moment, acquérir un rôle protecteur vis-à-vis des membranes cellulaires.

La répartition différente des mucilages et de l'algine, du fait de l'existence d'une nervure chez les Fucus, explique peut-être leur moins grande résistance à la dessiccation par rapport au *Pelvetia canaliculata.*

Chez le *Bifurcaria tuberculata,* espèce peu exondée, la quantité réduite de mucilage n'est sans doute pas capable de protéger l'algine des membranes contre la dessiccation qui entraîne alors, en cas d'exondation, l'altération des tissus.

(*Laboratoire Maritime de Dinard.*)

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

Albertini (L.). — Etude histophotométrique des composés pectiques colorés au rouge de ruthenium. Application à l'estimation des composés pectiques membranaires. — *C. R. As. Sc. Paris,* 248, 7, p. 1019-1022, 1959.

Baker (S. M.). — On the causes of the zoning of brown seaweeds on the seashore. — I, *New. Phytol.,* 8, p. 196-202, 1909.

Baker (S. M.). — II, *Ibid.,* 9, p. 54-67, 1910.

Beauchamp (P. de). — *Les grèves de Roscoff.* Lhomme, Paris, 270 p., 1914.

Beauchamp (P. de). — Aperçu sur la répartition des êtres dans la zone des marées à Roscoff. — *Bull. Soc. Zool.,* 39, 3, p. 29-43, 1914.

Beauchamp (P. de). — Recherches biogéographiques sur la marée à l'île d'Yeu. — *C. R. As. Sc.* Paris, p. 945-47, nov. 1921.

Beauchamp (P. de). — Quelques remarques de bionomie marine sur les îles Chausey. — *Bull. Soc. Zool. France,* 48, p. 84-95, 1923.

Beauchamp (P. de). — Etudes de bionomie intercotidale. Les îles de Ré et d'Yeu. — *Arch. Zool. Exp.,* 61, 3, p. 455-520, 1923.

Beauchamp (P. de) et Lami (R.). — La bionomie intercotidale de l'île de Bréhat. — *Bull. Biol. France et Belgique,* 55, 2, p. 184-238, 1921.

Berthold (G.). — Beiträge zur Morphologie und physiologie der Meerealgen. — *Jahrb. wiss. Bot.,* 13, p. 569-717, 1882.

Biebl (R.). — Trockenresistenz und osmotische Empfindlichkeit der Meersalgen Verschieden tiefer Standorte. — *Jahrb. f. wiss. Bot.,* 86, p. 350-386, 1938.

Black (W. A. P.). — Seasonal variation in chemical composition of some of the littoral seaweeds common to Scotland. Part II. *Fucus serratus, Fucus spiralis* and *Pelvetia canaliculata.* — *J.S.C.I.,* 68, p. 183-189, 1949.

Börgesen (F.). — The marine algae of the Faeröes. — *Bot. Faeröes Copenhagen,* II, 1902.

Colin (H.) et Ricard (P.). — Glucides et dérivés glucidiques des algues brunes. — *C. R. As. Sc. Paris,* 190, p. 1514-1516, 1930.

Colman (J.). — The nature of the intertidal zonation of plants and animals. — *Journ. Marine Biol. Assoc., Plymouth,* N.S. 18, p. 435-476, 1933.

Conway (E.). — The modification and raising of intertidal Algal zones on exposed rocky coasts of the British isles, with special reference to the zonation of Fucaceae. — 8e *cong. intern. Bot. Sect. 17,* p. 133-134, 1954.

Dangeard (P.). — A propos de quelques travaux récents sur les grains de fucosane des Phéophycées. — *Bull. Soc. Bot. France*, 70, p. 369, 1930.
Dangeard (P.). — *Traité d'algologie*. Lechevalier, Paris, 381 p., 1933.
Dangeard (P.). — *Cytologie végétale et cytologie générale*, Lechevalier, Paris, 611 p., 1947.
David (H. M.). — Studies in the autecology of Ascophyllum nodosum. — *Journ. of Ecology*, 31-32, 1943-1944.
Davy de Virville (A.). — Les Fucus des côtes de France. — *Extr. Rev. Sc.*, 7, p. 421-452, 1944.
Davy de Virville (A.). — Les zones de végétation sur le littoral atlantique. — *Soc. Biog.*, 7, p. 205-251, 1940.
Deschiens (M.). — Algues marines et colloïdes. — *Rev. Génér. des colloïdes*, 7, p. 206-218, 1929.
Fischer-Piette (Ed.). — De l'influence du phénomène des marées sur la répartition verticale des organismes littoraux. — *Bull. Soc. Zool. France*, 53, p. 381-385, 1928.
Fischer (Ed.). — Recherches de bionomie et d'océanographie littorales sur la Rance et le littoral de la Manche. — *Ann. Inst. océan., Monaco*, 5, 4, p. 203-429, 1929.
Fischer (Ed.). — Sur la distribution verticale des organismes fixés dans la zone des fluctuations de la mer. — *C. R. Ac. Sc. Paris*, 198, p. 1721, 1934.
Fritsch (F. E.). — The structure and reproduction of the Algae. Vol. II. — *Cambridge Univer. Press*, 939 p., 1952.
Gail (F. W.). — Some experiments with Fucus to determine the factors controling its vertical distribution. — *Publ. Puguet Sound Biol. Stat.* 2, p. 139-151, 1918.
Gibb (D. C.). — A survey of the commoner Fucoid algae on Scottish shores. — *Journ. of Ecolog.*, 38, p. 253-269, 1950.
Grubb (V. M.). — Marine algal ecology and the exposure factor at Peveril Point Dorset. — *Journ. Ecology*, 24, p. 392-423, 1936.
Gruzewska (Z.). — Quelques propriétés physico-chimiques de la laminarine. — *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 5, p. 216, 1923.
Haas (P.) and Hill (T. G.). — Observations on the metabolism of certain seaweeds. — *Ann. Bot.*, 47, 185, p. 55-67, 1933.
Hagene (P.). — Sur les variations de la teneur en acide ascorbique de quelques Phéophycées sous l'action de divers facteurs, spécialement de l'hydratation. — *C. R. Ac. Sc. Paris*, 4, 248, p. 579-582, 1959.
Hamel (G.). — Phéophycées de France. — *Rev. Algol.* I vol., 431 p., 1931-1939.
Harriot (P.). — Sur la croissance des Fucus. — *C. R. Ac. Sc. Paris*, 149, p. 352-354, 1909.
Hartog (C. Den). — The epilithic algal communities occuring along the coast of the Netherlands. — *Thèse, Amsterdam*, 1959.
Hatton (H.). — Essais de bionomie explicative sur quelques espèces intercotidales d'algues et d'animaux. — *Ann. Inst. océan. Monaco*, 17, 5, p. 241-348, 1938.
Isaac (W. E.). — Some observations and experiments on the drought resistance of Pelvetia canaliculata. — *Ann. Bot.*, 47, p. 343-348, 1933.
Isaac (W. E.). — A preliminary study of the water loss of Laminaria digitata during intertidal exposure. — *Ann. Bot.*, 49, p. 109-117, 1935.
Johnson (D. S.) and Stutch (A. F.). — Littoral vegetation of a headland of Mt. Desert Island Maine. — *Ecology*, 9, 1-2-3, 1928.
Johnson (D. S.) and York (H. H.). — The relation of plants to tide levels. — *Publ. Carneg.* Inst., 205, 1915.
Jonsson (H.). — The marine algal vegetation. — *Botany of Iceland* I, Coppenhagen and London, 1912.
Joubin (L.). — Recherches sur la distribution océanographique des végétaux marins dans la région de Roscoff. — *Ann. Inst. océan. Monaco*, Anc. série, I, I, 1909.
Kanwisher (J.). — Freezing and drying in intertidal algae. — *Biol. Bull.*, 113, 2, p. 275-285, 1957.
Kylin (H.). — Zur Entwicklungsgeschichte der Ordnung Fucales. — *Svensk. Bot.* Tidsskr., 34, p. 301-314, 1940.
Lapicque (L.). — Sur la pression osmotique des algues marines. — *C. R. Soc. Biol.*, 85, p. 207, 1921.

Lapicque (L. et M.). — Sur la teneur des algues marines en matières minérales. — *C. R. Soc. Biol.*, 83, p. 1610, 1920.

Lapicque (E.) et Emerique (L.). — Variation de la composition chimique des Fucus. — *C. R. Soc. Biol.*, 35, p. 172-175, 1931.

Le Touze (H.). — Contribution à l'étude histologique des Fucacées. — *Rev. gén. Bot.*, 24, 33, 1912.

Mangenot (G.). — Faits concernant la biologie du Fucus vesiculosus. — *C. R. Soc. Biol.*, 96, p. 528-530, 1927.

Miwa (T.). — On the cell wall constituents of Brown Algae. — *Bot., Mag., Tokyo*, 46, 1932.

Miwa (T.). — On sulphates and polysaccharide, as derived from the cell wall constituent of Brown Algae. — *Bot., Mag., Tokyo*, 51, 1937.

Montfort (C.). — Die Trockenresistenz der Gezeitenpflanzen und die Frage den Uebereinstimmung von Standort und vegetation. — *Ber. d. Deutsch. Bot. Ges.*, 2, p. 85-95, 1937.

Moore (L. B.). — Pelvetia fastigiata. — *Bot. Gaz.*, 86, p. 419-434, 1928.

Naylor (G. L.). — Some observations on Free-growing Fucoid. — *New Phyto.*, 27, I, p. 61-68, 1928.

Naylor (G. L.) and Russel-Wells (B.). — On the presence of cellulose and its distribution in the cell walls of brown and red algae. — *Ann. of Bot.*, 48, p. 635-641, 1934.

Oltmanns (F.). — Beiträge zur Kenntnis der Fucaceen. — *Bibl. Bot.* 14, 1889.

Pennington (W.). — The secondary thickening of Fucus. — *New. Phytol.* 36, p. 267-279, 1937.

Pérès (J.-M.). — *Océanographie biologique et biologie marine.* Presses univers. de France, 541 p., 1961.

Pontillon (Ch.). — Sur les variations quantitatives du fucosane dans le Fucus serratus. — *C. R. Soc. Biol.* Paris, 95, p. 970-971, 1925.

Pringsheim (E. G.). — Über die transpiration bei Fucus. — *Jahrb. wiss. Bot.* 10, p. 399-416, 1923.

Pueyo (G.). — *Métabolisme des glucides chez les thallophytes.* Thèse, Paris, 1959.

Quillet (M.). — Volémitol et mannitol chez les Phéophycées. — *Bull. Labor. marit. Dinard*, 43, p. 119-124, 1957.

Quillet (M.). — Sur la composition chimique des mucilages de Fucus spiralis et Pelvetia canaliculata. — *Bull. Labor. marit. Dinard*, 45, p. 63-68, 1959.

Quillet (M.). — Sur la composition chimique de la fucoïdine des algues brunes. — *Chimie et physico-chimie des principes immédiats tirés des algues Colloques internationaux du C.N.R.S.*, n° 103. Dinard, 1960.

Ricard (P.). — Constituants glucidiques des algues brunes. — *Ann. Inst. océan. Monaco*, 8, 2, p. 105-184, 1930.

Richard (J.). — Les aérocystes et les boursouflures des Fucus. — *Rev. Algol.* 2, p. 136-145, 1925.

Sauvageau (C.). — A propos de quelques Fucus du bassin d'Arcachon. — *Bull. Soc. Biol. Arcachon*, 20e année, p. 135, 1923.

Stomps (T. J.). — Etudes topographiques sur la variabilité des Fucus platycarpus, vesiculosus et ceranoides. — *Rec. Inst. Bot. Léo Errera, Bruxelles*, 8, p. 326-377, 1911.

Smith (F.) et Mongomery (R.). — *The chemistry of plant gums and mucilages*, Reinhold, New-York, 627 p., 1959.

Thuret (G.) et Bornet (E.). — *Etudes phycologiques*, 1878.

Wildeman (E. de). — Du mucilage chez les algues. — *Blumea supplé.* 2, 27, 3, 1942.

Zaneveld (J. S.). — The littoral zonation of some Fucaceae in relation to dessiccation. — *Journ. Ecol.*, 25, p. 431-468, 1937.

PREMIÈRE THÈSE

RECHERCHES SUR LA STRUCTURE ET LA COMPOSITION DES MEMBRANES DE QUELQUES RHODOPHYCÉES

Vu :
Le Président de la Thèse,
S. VILLERET.

Vu :
Le Directeur de Thèse,
S. VILLERET.

Vu et Approuvé :
Rennes, le 28 mai 1962.
Le Doyen de la Faculté des Sciences,
Y. MARTIN.

Vu et permis d'imprimer.
Rennes, le 30 mai 1962.
Le Recteur de l'Académie de Rennes,
H. LE MOAL.

Imp. Bretonne, Rennes, 31.1206. — 8-63. Dép. légal, 3e Tr. 3.377